DIDÁCTICA DE CIENCIAS NATURALES

Autor: Jesús Edelberto Estrada García

No basta con sembrar la semilla, hay que acompañar a la planta hasta que dé frutos

GCPI Unach

DIDÁCTICA DE CIENCIAS NATURALES

No basta con sembrar la semilla, hay que acompañar a la planta hasta que dé frutos

GCPI Unach

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

Rector
Ph.D. Gonzalo Nicolay Samaniego Erazo

Vicerrectora Académica
Ph.D. Lida Mercedes Barba Maggi

Vicerrector de Investigación, Vinculación y Posgrado
Ph.D. Luis Alberto Tuaza Castro

Vicerrectora Administrativa
Mag. Yolanda Elizabeth Salazar Granizo

Comité Editorial:
Presidente: Ph.D. Luis Alberto Tuaza Castro
Secretaria: Mag. Sandra Zúñiga Donoso
Miembros: Ph.D. Anita Ríos Rivera; Ph.D. Víctor Julio García; Ph.D. Gerardo Nieves Loja; Ph.D. Carmen Varguillas Carmona; Ph.D. Cristhy Jiménez Granizo; Ph.D. Pablo Djabayan Djibeyan; Ph.D. Magda Cejas Martínez; Ph.D. Cristian Naranjo Navas

Título de la obra: DIDÁCTICA DE CIENCIAS NATURALES

Nombre de los autor: Jesús Edelberto Estrada García, Riobamba, 2022

© UNACH, 2022

Ediciones: Universidad Nacional de Chimborazo (Unach)
Diseño Gráfico: UNACH
Primera edición – junio 2022
Riobamba-Ecuador

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico. El contenido, uso de fotografías, gráficos, cuadros, tablas, y referencias es de exclusiva responsabilidad de los autores

ISBN: 978-9942-7031-2-5
ISBN: 978-9942-7031-3-2 (DIGITAL)
Registro Biblioteca Nacional
Depósito legal: 061946
DOI: https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.60

DIDÁCTICA DE CIENCIAS NATURALES

Filiación autor:
Jesús Edelberto Estrada García
Universidad Nacional de Chimborazo
jestrada@unach.edu.ec

GCPI Unach

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 13

CAPÍTULO I
1. EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS 17
1.1. El Conocimiento Experimental en el Tiempo. 18
1.2. Epistemología de las Ciencias Experimentales. 23
1.3. Epistemología de las Ciencias Naturales. 27
1.4. Epistemología de la Geología. 29
1.5. Epistemología de la Física 35
1.6. La Epistemología de Química. 36
1.7. Epistemología de la Biología. 38
1.8. Epistemología de la Ecología. 40
1.9. Epistemología de la Educación Ambiental. 41

CAPÍTULO II
2. EDUCACIÓN CIENTÍFICA 43
2.1. Importancia de la Educación Científica. 44
2.2. La Educación Científica, una Forma Diferente de Mirarlo. . 45
2.3. La Ciencia en la Vida Cotidiana. 47
2.4. La Divulgación Científica. 53
2.5. La Educación Científica y el Desarrollo Curricular. 54
2.6. Interés por las Ciencias Experimentales. 56
2.7. ¿Existen Valores en la Ciencia? 57

CAPÍTULO III
3. ENFOQUE EXPERIMENTAL DE CIENCIAS. 61
3.1. Estudio de las Ciencias de la Naturaleza 62
3.2. Las Ciencias de la Naturaleza 64

3.3. Importancia de las Ciencias Naturales. 66
3.4. Enfoque Didáctico de las Ciencias. 70
3.5. Didáctica de Ciencias Naturales. 75
3.6. Aproximación a la Didáctica de Física y Química. 82
3.7. Enfoques en el Aprendizaje de Ciencias. 89
3.8. Principios Didácticos en el Aprendizaje Experimental. 93
3.9. El Aprendizaje Experimental. 100

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL EN LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS. 111
4.1. Metodología para la Formación de Competencias. 112
4.2. Enfoques que Acercan a la Formación por Competencias. . 113
4.3. Enfoque Holístico para el Desarrollo de Competencias. 116
4.4. La Metacognición en la Formación Docente 117
4.5. La Teoría de la Actividad en la Formación Docente de Ciencias. 128
4.6. Competencias en Ciencias Naturales. 132
4.7. Modelos Curriculares de Ciencias Naturales 136

CAPÍTULO V.

5. EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS EXPERIMENTALES 149
5.1. Experiencias Didácticas de Ciencias Naturales 150
5.2. Experiencias Didácticas en Ciencias Naturales: Física 151
5.3. Experiencias Didácticas de Ciencias Naturales: Química. . 164
5.4. Experiencias Didácticas en Ciencias Naturales: Biología... 165

CAPÍTULO VI.

6. METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE DE CIENCIAS 177
6.1. Metodología de Aprendizaje de Ciencias. 178

6.2. Ejemplos para Ilustrar la Metodología Propuesta 179
6.3. Técnica para el Aprendizaje de Ciencias 182
6.3.1. La pregunta como técnica de aprendizaje de ciencias 183
6.3.2. La indagación como técnica de aprendizaje 185
6.3.3. Técnica de la creatividad. «Edward de Bono» 187
6.3.4. El laboratorio de construcción del conocimiento 188
6.3.5. La V de Gowin, estrategia de investigación y aprendizaje 193
6.3.6. La clase al revés, estrategia de aprendizaje 201
6.4. Métodos de Aprendizaje de Ciencias 210
6.4.1. Método Kolb (ERCA), estrategia de aprendizaje 210
6.4.2. El método científico como alternativa didáctica 213
6.4.3. El aprendizaje basado en problemas o ABP 217
6.4.4. El método experimental, alternativa didáctica 221
6.4.5. El método Estudio de caso, alternativa didáctica 225
6.4.6. La metodología por proyectos (ApP) 229
6.4.7. La investigación como modelo de aprendizaje 238

CAPÍTULO VII.
7. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 247
7.1. Metodología Desarrollada en el Estudio. 248

CONCLUSIONES. 257
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 259

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. La Geología se relaciona con otras ciencias ..... 31 - 44
Tabla 2. Niveles del conocimiento..... 46
Tabla 3. Práctica del conocimiento experimental..... 73-74
Tabla 4. Aprendizaje de Ciencias Naturales..... 74
Tabla 5. Enfoques pedagógicos..... 89 - 90
Tabla 6. Dominios esperados en ciencias..... 103-104
Tabla 7. Reinventar la evaluación.....108 - 110
Tabla 8. Acciones de pensamiento crítico. 115
Tabla 9. Acciones de pensamiento creativo 115
Tabla 10. Dominios metacognitivos. 119
Tabla 11. Procesamiento de la información. 122
Tabla 12. Diferencias entre el conocimiento declarativo y procedimental. 124
Tabla 13. Componentes de la actividad. 129
Tabla 14. Proceso cognoscitivo de la actividad 130
Tabla 15. Actividad cognoscitiva del estudiante..... 131
Tabla 16. Organización de los seres vivos ..... 138 - 139
Tabla 17. Contexto físico, ciencia, tecnología y sociedad . 140 - 141
Tabla 18. Procesos biológicos, químicos y físicos en el desarrollo de la ciencia..... 142 - 143
Tabla 19. Evaluación de actitudes científicas que se promueven las actividades..... 162 - 163
Tabla 20. Evaluación de actitudes científicas 168
Tabla 21. Plantas aromáticas y medicinales. 170
Tabla 22. Evaluación de actitudes científicas del botiquín verde 172
Tabla 23. Procesos cognitivos que desarrolla el laboratorio 192
Tabla 24. Rúbrica de evaluación del mentefacto..... 199 - 200
Tabla 25. Resumen de ponderación del trabajo..... 201

Tabla 26. Investigar para organizar la información 206
Tabla 27. Conceptos biológicos, físico-químicos y geológicos .. 207
Tabla 28. Rúbrica de evaluación. ..... 208 - 209
Tabla 29. Conceptos biológicos, físico-químicos y geológicos .. 215
Tabla 30. Trabajo práctico relacionado con la acidez estomacal ..... 220 - 221
Tabla 31. Lista de comprobación del aprendizaje por proyectos (ApP) ..... 235 - 236
Tabla 32. Rúbrica de evaluación aprendizaje por proyectos (ApP)..... 237

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: El conocimiento científico. 18
Figura 2: Proceso del conocimiento científico. 19
Figura 3: Modelo circular del conocimiento 47
Figura 4: Aprendizaje reflexivo. 84
Figura 5: Componentes de una competencia. 87
Figura 6: Características del aprendizaje activo 92
Figura 7: Proceso de aprendizaje experimental 101
Figura 8: El contenido de aprendizaje 102
Figura 9: Proceso de aprendizaje de ciencias 152
Figura 10: La V Gowing 195
Figura 11: La materia 196
Figura 12: Componentes del mentefacto. 198
Figura 13: Aplicación práctica del mentefacto 198
Figura 14: Material reciclado para el proyecto 232
Figura 15: Materiales para la ejecución del proyecto 232
Figura 16: Ejecución del proyecto. 233
Figura 17: Etapa de desarrollo del proyecto 233

INTRODUCCIÓN

Uno de los cambios de fines del siglo XX fue la dimensión de la importancia de la información en las actividades de las personas. Los investigadores aluden el inicio de la época de la información como transición a una sociedad diferente. Estos cambios afectan a la vida, desde lo político, social, cultural y la educación-formación. Este contexto pone en acción a la ciencia y a la producción de conocimiento porque la complejidad de este escenario necesita una visión diferente de las ciencias.

La *Didáctica de Ciencias Naturales* es una reflexión en el camino recorrido en la docencia, que ha proporcionado satisfacciones académicas; sigue la línea de la teoría del conocimiento, relaciona posturas epistemológicas del paradigma de la complejidad con rutas a la investigación inter y transdisciplinar.

Desde esta perspectiva, el objetivo es precisar un núcleo de ideas, donde se encuentran unidad de concepciones epistemológicas, psicológicas y pedagógicas de validez en el aprendizaje de las ciencias, que mejore el perfil de egreso de los estudiantes en formación. Este núcleo tiene ideas integradas para imprimir una orientación cultural a la educación científica y comprender la obligación de considerar en el proceso de aprendizaje las características de la actividad investigativa de las ciencias experimentales.

La propuesta se enfrenta a desafíos complejos de los problemas de aprendizaje de las ciencias presentes en los programas curriculares de la carrera de Biología, Química y Laboratorio: Pedagogía, Didáctica Experimental I, Didáctica de Ciencias Naturales, en la Licenciatura en Ciencias Experimentales, Pedagogía de la Química y Biología, con la Epistemología de las Ciencias, Abordaje Pedagógico de los Constructos Pedagógicos, Ecología y Ambiente, Diseño Curricular y Evaluación Educativa, etc. Entre los problemas a resolver, a nivel práctico como teórico, destacamos: los cambios ecosistémicos, el desarrollo y evolución

de las sociedades, la complejidad de la psicopedagogía y las bases biológicas del comportamiento humano; la capacidad predictiva y explicativa de los sistemas teóricos de la ciencia, la capacidad de evaluar riesgos, de armonizar los cambios tecnológicos con el bienestar social, la sustentabilidad social y ambiental, la interacción cultural y moral entre culturas, la globalización y los flujos del conocimiento entre las personas. En este contexto, la propuesta no tiene otra pretensión que la de ser un trabajo pedagógico diferente, entre infinitas miradas del aprendizaje, orientar a las personas en formación, como también a los que ejercen la docencia. La investigación propuesta no adquiriría importancia si no produjera rupturas en la línea de pensamiento que frecuentemente insta a tener autonomía de juicio y opinión propia, que amplíe la mirada en la formación de pedagogos.

El texto se organizó en seis capítulos, el primero, «Epistemología de las ciencias experimentales», en él se resalta el origen y la justificación de experiencias que permiten aprender diversas áreas del pensamiento humano y científico, unidos por el interés de integrar la ciencia a la formación de investigadores para la producción y difusión del conocimiento.

El segundo hace relación a los «Fundamentos de la educación científica», conceptualizada como la capacidad de comprender problemas elementales de la ciencia, suficientes para participar en la discusión de problemas científicos, donde el conocimiento se transforme en una estrategia para orientar, dirigir y poner en práctica las transformaciones necesarias para enfrentarlos.

El tercero, «Aprendizaje experimental de ciencias», diseña procesos para resolver problemas inesperados y anticiparse a lo que puede ocurrir en la formación profesional; toma riesgos, para dar respuestas creativas al aprendizaje experimental, porque en la actualidad la investigación académica debe ir acompañada de la reflexión crítica, adecuada a la corriente filosófica de las ciencias.

El cuarto, «Metodología para el desarrollo de competencias», convoca al diálogo y a la acción mancomunada del aprendizaje, que, en nuestra opinión, atraviesa la investigación, crea y aplica el conocimiento para la resolución de problemas.

El quinto, «Experiencias didácticas experimentales», responde al proceso de encontrar intereses entre docentes y estudiantes de la actividad cognoscitiva. Es camino a la transdisciplinaridad característica del entrelazamiento de saberes experimentales.

El sexto, la metodología utilizada en la planificación, estructura y desarrollo del texto de *Didáctica de Ciencias Naturales*, fue la metodología de la clase invertida porque integró la tecnología, la pedagogía y la didáctica a los espacios formativos en las ciencias experimentales. Se plantearon actualizaciones y adaptaciones a los paradigmas educativos existentes como sistema de actividades transdisciplinarias centradas en los intereses de los estudiantes del compromiso de realizar aprendizajes cognoscitivos simples y complejos a través de retos en escenarios diversos.

El séptimo, Metodología desarrollada en el estudio, fue proyectivo de corte cualitativo y transversal. Porque involucra la adaptación, diseño, creación, elaboración de propuestas metodológicas. En este caso, la estrategia didáctica está fundamentada en un proceso sistemático en el que los estudiantes de cuarto a séptimo semestre presentaron sus necesidades y expectativas para generar procesos explicativos a las propuestas formativas.

La investigación se realizó de octubre 2016 a marzo 2019, con estudiantes de cuarto, quinto y sexto semestre de la carrera de Biología, Química y Laboratorio y cuarto semestre de la carrera de Pedagogía de la Química y Biología. En este periodo se desarrolló 60 sesiones presenciales aproximadamente. En promedio fueron 22 estudiantes por semestre de las asignaturas de Didáctica de Ciencias I y Didáctica de Ciencias Naturales I y II.

Las técnicas fueron derivaciones de la práctica en el salón de clase, la observación participante, clases demostrativas, experimentación en el laboratorio de ciencias, los ensayos académicos, la elaboración de maquetas, guías de laboratorio, y las bitácoras reflexivas de contenidos, publicadas en el aula virtual de la universidad.

Consideraciones como las anteriores, nos llevan a evidenciar experiencias didácticas experimentales donde se construye y reconstruyen saberes, que pretenden formar nuevos investigadores con habilidades reflexivas y destreza de análisis y síntesis conceptual y empatía por las ciencias.

CAPÍTULO I

1. EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

La experiencia es actividad cognoscitiva, para aprender a aprender

1.1 El Conocimiento Experimental en el Tiempo

El conocimiento experimental promueve el que los estudiantes realicen actividades lúdicas, experimenten, desarrollen su curiosidad, razonen, critiquen la información, desarrollen el pensamiento lógico y comprendan el contexto científico para encontrar respuestas oportunas a los problemas sociales. Lo mencionado es importante para el estudiante porque le permite encontrar sentido a lo que hace: escribe, dibuja, elabora esquemas para comunicar las habilidades más o menos técnicas.

Los conocimientos experimentales son actividades de búsqueda que se caracterizan por ser reflexivas, sistemáticas y metódicas, tienen por finalidad obtener información y solucionar problemas científicos, filosóficos o empírico-técnicos, que se desarrollan por procesos. Proviene del latín *scientia* que significa conocimiento, conjunto de saberes sistemáticamente estructurados, mediante la observación, el razonamiento y la experimentación en ámbitos específicos, que generan preguntas, construyen hipótesis, deducen principios y procesan leyes generales metódicamente organizados.

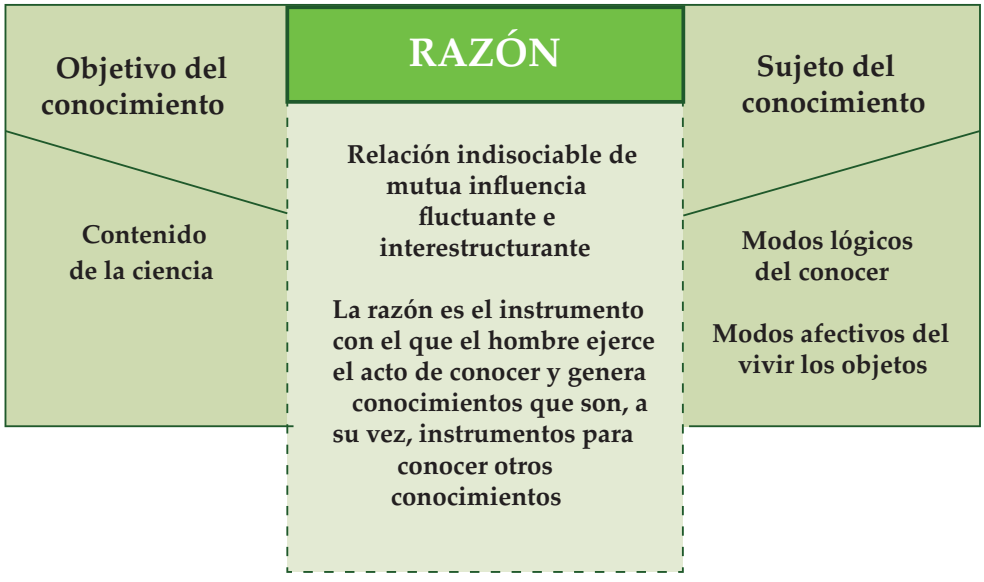

Objetivo del conocimiento
RAZÓN
Sujeto del conocimiento
Contenido de la ciencia
Relación indisociable de mutua influencia fluctuante e interestructurante
La razón es el instrumento con el que el hombre ejerce el acto de conocer y genera conocimientos que son, a su vez, instrumentos para conocer otros conocimientos
Modos lógicos del conocer
Modos afectivos del vivir los objetos

Figura 1. El conocimiento científico. **Fuente:** autoría propia.

La ciencia utiliza métodos y técnicas para la producción de conocimiento sobre la estructura de un conjunto de problemas objetivos y accesibles. La metodología científica orienta la generación de más conocimiento en forma de predicciones concretas, cuanti-cualitativas, comprueba hechos pasados, presentes y futuros. A pesar de que la ciencia y sus aplicaciones se encuentran en todas partes, su enseñanza y comprensión se perciben como débiles, difíciles y lejanas al estudiante.

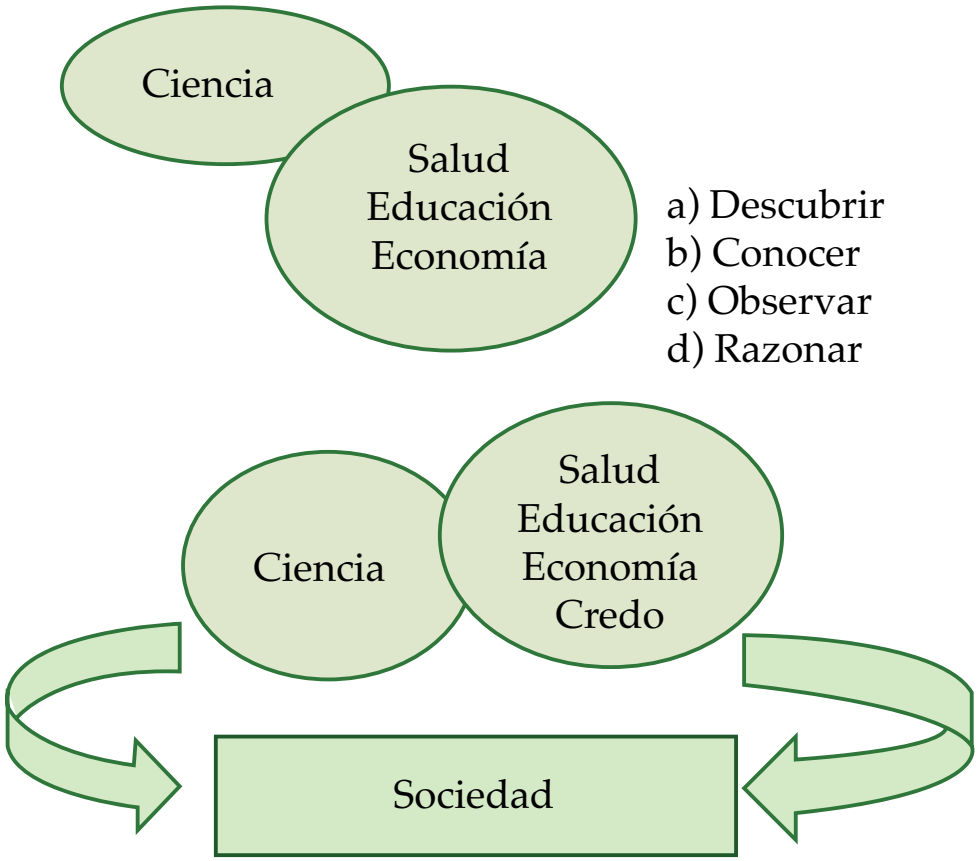


Figura 2. Proceso del conocimiento científico. **Fuente:** autoría propia.

La ciencia experimental parte de la revolución científica del siglo XVII, proceso que, mediante la ruptura del método científico, encuentra información relevante para comprender, comprobar, mejorar y aplicar. Esta, no se interesa por los hechos posteriores a dicho proceso, por el contrario, investiga a los precursores de la ciencia moderna hasta los prehistóricos. El conocimiento moderno tiene los orígenes en civilizaciones antiguas. Sin embargo, los griegos dejaron más información en la antigüedad. Las culturas precolombinas desarrollaron ideas científicas y algunos científicos consideran que superaron a las occidentales en matemáticas; dejaron tratados modernos de geometría, álgebra y astronomía.

En este recorrido, encontramos que las ciencias experimentales se ocupan de la disertación del universo natural, por definición, forman parte de él. La ciencia para su compresión utiliza el conocimiento científico teórico (ciencia básica) para satisfacer las necesidades sociales y el desarrollo tecnológico. En este propósito, es común encontrar la expresión «ciencia y tecnología», dos actividades inseparables en el conocimiento científico. Varios descubrimientos pueden resultar contrarios al sentido común. Como ejemplo: la teoría atómica o la mecánica cuántica, desafía nociones comunes sobre la materia. De los científicos destacados de la época resaltamos a Nicolás Copérnico, a quien se le atribuye haber iniciado la llamada revolución científica con su teoría heliocéntrica.

Varios analistas afirman que no hubo una sino varias revoluciones científicas. Otros sostienen que no existieron, es decir, que se desarrolló la ciencia sin sobresaltos, en el tiempo. Entre los científicos que dieron forma al método científico y al origen de la ciencia destacamos a Bacon, Descartes y Galileo. Este último fue el primero que sustentó sus ideas en la experimentación y utilizó el método científico para su trabajo. Desde entonces hasta la actualidad, la ciencia ha evolucionado a pasos gigantes; se ha transformado en parte de nuestra cultura y del avance tecnológico. Es importante resaltar que, para la divulgación científica de las investigaciones para la sociedad, además de los científicos, son importantes los medios

de comunicación, la academia, los eventos científicos nacionales e internacionales.

Bunge (2008) clasifica a la ciencia, en:

a) Las ciencias factuales, que estudian procesos naturales o sociales, a través de la observación y la experimentación. Entre ellas, la física y la psicología, que estudian hechos y problemas que ocurren en la realidad. Para estudiarlos, realizan experimentos para comprobarlos.

b) Las ciencias formales estudian procesos lógicos- matemáticos (estudio de las ideas), el objeto de análisis es las relaciones abstractas entre signos, es decir, símbolos. Ejemplo, la lógica y las matemáticas.

Rudolf clasificó a las ciencias, en:

a) Las ciencias formales: estudian las inferencias lógico-matemáticas, su contenido no es concreto; en contraposición de las ciencias fácticas o empíricas cuyo contenido si lo es.

a) Ciencias de la naturaleza: El interobjeto de estudio es el ambiente: astronomía, biología, física, geología, química, geografía física, etc.

b) Las ciencias sociales: estudian al ser humano-cultura y sociedad. La metodología específica depende de las disciplinas: Administración, Antropología, Ciencia Política, Demografía, Economía, Derecho, Historia, Psicología, Sociología, Geografía Humana, Trabajo Social y otras (p. 263).

   La terminología de la ciencia es: modelo, hipótesis, ley y teoría, que tienen significado distinto al lenguaje coloquial. La clásica es la inducción (propuesta por Bacon), cuestionada por Popper, para quien, el método de la ciencia es el hipotético-deductivo. En todo caso, el método requiere de criterios como:

   La reproducibilidad, es la posibilidad de repetir un experimento en cualquier lugar por un investigador interesado en el problema. La

falsabilidad es cuando una teoría es sometida a pruebas que la validen o contradigan.

En las ciencias empíricas no es posible la verificación porque no existe «conocimiento probado o científico». Según el teorema de Godel, no existe un sistema lógico perfecto que sea consistente, decisivo y completo.

Existen procesos inherentes al científico, aunque no siguen un orden, se respeta la construcción y el desarrollo de teorías. El proceso es:

a) Observación: examina y registra características de un fenómeno en una muestra específica, previamente establecida como estudio de caso.

b) Descripción: identifica, detalla y escribe los aspectos del fenómeno, incluso propone otros elementos del problema de estudio.

c) Hipótesis: explican lo observado del problema de aprendizaje, las relaciones causales y las correlaciones correspondientes.

d) Experimentación: son actividades arbitrarias y controladas para evidenciar o mostrar hipótesis.

e) Demostración o refutación: las conclusiones de los experimentos se dan por válidas o no, luego de la experimentación de las hipótesis.

f) Inducción: se extrae del principio general los resultados observados.

g) Comparación universal: la permanente contrastación de hipótesis con la realidad.

La comprobación experimental: no es aplicable a todas las ciencias. La repetibilidad de la observación de los fenómenos naturales es un requisito de toda ciencia, porque establece las condiciones que, de producirse, harían falsa la teoría o las hipótesis investigadas (falsación). Por otra parte, en las ciencias humanas y sociales, los fenómenos no se pueden repetir artificialmente (experimento), por esencia son irrepetibles, ejemplo, la historia. De forma que el método científico aplicado a las ciencias sociales

habría de ser repensado, y la definición podría ser: proceso caracterizado por la razón crítica del investigador que busca establecer explicaciones de fenómenos ateniéndose a lo conocido previamente, generando resultados o definiciones congruentes con los datos de la observación.

1.2 Epistemología de las Ciencias Experimentales

Los antecedentes de un proyecto de aprendizaje de ciencias encuentran su significado en la epistemología como vía para encontrar respuesta al origen del conocimiento. Conceptualizamos como el conjunto de saberes que condicionan las formas de comprender e interpretar el origen y justificación del conocimiento. También, es el saber construido metodológica y racionalmente, en oposición a opiniones que carecen de fundamento filosófico del conocimiento científico.

A partir de aquí, la epistemología se define como la ciencia filosófica que estudia los problemas que rodean al conocimiento y, tratándose de las ciencias, dilucidan y sistematizan problemas científico-filosóficos en torno a las ciencias naturales. También son reflexiones críticas sobre la investigación científica y su producto, el conocimiento. La epistemología se ocupa de los elementos que procuran la adquisición de conocimiento e investiga los fundamentos, límites, métodos y validez del mismo.

Suele ocurrir que los epistemólogos, en general, saben poco de ciencia, mientras que los científicos, con raras excepciones, saben poco de filosofía. El desconocimiento, no se vive como una carencia. Según Palma (2008), citado por Alburquerque Otero (2016), los «epistemólogos creen poder seguir dando cuenta de la práctica científica o reconstruyendo la estructura de las teorías, los científicos creen poder seguir hablando con idoneidad de sus propias prácticas y de los problemas filosóficos que ellas provocan».
La propuesta didáctica es una disciplina emergente que se estructura en la década de los 70-80, porque los académicos provocaron debates sobre la epistemología y metodología experimental. Esta actividad se consolidó

como campo científico. La didáctica de ciencias da respuesta a la docencia tradicional, que sostiene que la enseñanza es una tarea mecánica que implica «dominar» el conocimiento de la asignatura (fórmula del éxito); es decir, que se enseña repitiendo contenidos y se aprende memorizando, reteniendo las ideas para «demostrar» que se aprendió.

A partir de aquí, el ordenamiento de los problemas de las ciencias naturales se sistematiza en lo científico y filosófico, en torno a la ciencia. La educación científica se constituye en un cuerpo dinámico de conocimiento y, en la medida que se trabaje experimentalmente, permitirá alcanzar una «alfabetización científica», necesaria para la inserción social en el tiempo en pro de una mejor calidad de vida.

En este sentido, se constituye en una reflexión teórica sobre el conocimiento y la actividad científica desde una perspectiva inter y transdisciplinaria, centrada en procesos, resultados de la innovación, la justificación, sistematización, aplicación, evaluación y la divulgación de la educación científica.

La didáctica propuesta es reflexión epistemológica indispensable en la formación de docentes de ciencias experimentales, se reconoce su valor en la alfabetización científica de: niños, adolescentes y jóvenes en el contexto de la educación formal, desde la investigación e innovación emergente activa, conocida como ciencias naturales.

La discusión tiene un punto de partida, el «saber hacer» y las fuentes de adquisición y justificación del conocimiento; la relación entre el que conoce y el objeto conocido. Platón diferenciaba la episteme «ciencia o creencia justificada» de doxa «mera creencia o sentido común». Si bien la ciencia moderna se desarrolla bajo la reflexión filosófica del método y las condiciones de validez de la «gnoseología», lo cierto es que la epistemología es una ciencia que se desarrolló del empirismo lógico del Círculo de Viena. Este movimiento de características neopositivista impulsó las revoluciones

científicas del siglo pasado, «principalmente, las teorías de la relatividad y cuántica». Conceptualizaciones filosóficas interesadas en el conocimiento científico plantean cuestiones como: ¿cuáles son los orígenes del conocimiento? (empírico, racional), ¿cuáles son los criterios de validez del conocimiento? (predecir sucesos, lógicos consistentes), ¿cuál es el proceso del conocimiento científico? (acumulación y continuidad, períodos de la ciencia, avances científicos y discontinuidad).

La epistemología se explica desde los aportes de Thomas Kuhn y de varios filósofos, esto es, que las ciencias sociales no son acumulativas, sino que los aportes son cualitativos y entre sí son ilimitados. Los principios del paradigma de la complejidad propuesto por Morin, implica un reto para las ciencias experimentales como para las sociales. Compromete a la institución educativa a orientar el pensamiento de la juventud contemporánea en el proceso de discernimiento cognitivo. Implica trabajo individual de los sujetos cognoscentes de manera que el aprendizaje sea producto del auto aprendizaje, del trabajo colaborativo y de la relación dialógica con los problemas de su tiempo y de su devenir «bio-socio-antropo-eco-cultural-histórico». En un contexto cambiante, lleno de incertidumbres, ante la crisis de sus fundamentos y el desafío de la complejidad de la realidad, el saber hacer debe ser reflexionado, reconocido, situado y problematizado. Como dijeron Juárez y Salinas (2012) «de ahora en adelante, la necesidad legítima de todo sujeto cognoscente, quien quiera que sea, donde quiera que esté, debería ser: ningún conocimiento sin conocimiento del conocimiento».

La epistemología explica la complejidad de las ciencias

La transdisciplinariedad de las ciencias ilustra la estructura que asume la epistemología actual para responder a la complejidad de las realidades de la vida, en el ámbito de las ciencias humanas, pedagógicas y científicas, diferenciando y seleccionando, sin separar ni mutilar. Exige integrar los conocimientos más allá de las disciplinas particulares y demanda de la

academia una verdadera metodología transdisciplinaria de las ciencias naturales y sociales.

Esta perspectiva esclarece, entrelaza las competencias cognoscitivas, la epistemología, la ontológica y la metodología de las ciencias experimentales. Implica superar «y la dificultad que tenemos para entrar en ella supone un fenómeno histórico y cultural en el cual nos encontramos» (Morin, 1998, pp. 324-337). La escuela nos enseñó a separar para analizar; pero esto nos ha llevado a alterar la realidad. Por ejemplo, la historia narra hechos en el tiempo y espacio, luego aparece la geografía, describiendo sitios, sin embargo, las separamos para ubicar fenómenos que aparecen como ahistóricos o hechos que pudieron suceder en cualquier lugar, al hacer caso omiso del territorio y del paisaje.

Con frecuencia, hacemos caso omiso al tiempo en el análisis de los interobjetos conocidos o por conocer, al observador de lo observado. Queremos explicar el todo a través de sus partes, eliminando el problema del contexto. En otros términos, el paradigma cognitivo, a través del cual vemos e interpretamos la realidad desde una visión positivista, es propia del paradigma dominante, «método científico» en términos absolutos, excluye a otros y reduce características de la realidad a una idea.

La sociedad es compleja, porque: entreteje eventos, conocimientos, reflexiones filosóficas, sociales, económicas, políticas, culturales, ecológicas, físicas, biológicas, éticas, cósmicas que intervienen en los diferentes acontecimientos de la vida.

Como dice Morin (1998) «es conflictiva-armónica; pacífica-agresiva; justa-injusta; equitativa-inequitativa, es decir, lleva en su seno la contradicción, la dialéctica;) la dialógica, como medio de comunicación dialéctico-conflictiva entre formas diferentes de abordar la realidad», (p. 324).

La sociedad está en movimiento, en construcción continua, reestructurándose, reproduciéndose, reinventándose. La vida es una constante reproducción y reinvención. Los principios de la complejidad vienen a romper con la unilateralidad del pensamiento científico. Favorece el estudio de la experiencia humana, multirreferencial. Pensadores como Morín invitan a salir de esa manera sencilla de ver las realidades a partir de la especialización y de la hiperespecialización, que hacen que las personas conozcamos un pequeño fragmento de la realidad y que el objeto de estudio sea desvinculado del contexto. Así, una frase requiere del contexto en el que está dicha o desarrolla. Es urgente una didáctica que articule y religue los saberes disciplinarios de las ciencias, hoy parcelados, que contextualice las ideas entre compartimentos experimentales.

1.3 Epistemología de las Ciencias Naturales

Iniciamos conceptualizando a «episteme», que procede del griego, como conocimiento exacto, conjunto de saberes que condicionan las formas de comprender e interpretar el contexto. Según Alburquerque (2016) «el saber es construido metodológica y racionalmente, en oposición a opiniones que carecen de fundamento, es parte de la filosofía que estudia los fundamentos epistemológicos y científico». Tratándose de las ciencias naturales estudia a la biología, química, física y geología como ciencias experimentales.

De otra parte, el objetivo es aclarar las condiciones en las que se genera el conocimiento, como los límites dentro de los cuales pueden juzgar su validez y alcance. La epistemología clásica, según Bunge (1995), se desarrolló desde Platón hasta Bertrand Russell, John Herschel, Augusto Comte, Alexander von Humboldt, Friedrich Engels y Ernest Cassirer. Las bases filosóficas del conocimiento de la ciencia se encuentran en las corrientes racionalistas y empiristas. A partir de estas corrientes epistemológicas, en el siglo XX se crea el Círculo de Viena, donde la filosofía es la encargada de distinguir lo que es y no es ciencia.

En la posclásica, la Epistemología se profesionaliza a través de Wiener Kreis (1927), quien se ocupa del empirismo lógico. Científicos de la época son: Moritz, Carnap, Reichenbach, Viktor Kraft, Herbert Feigl, Popper y Ferdinand Gonseth. Estudiaron la «epistemología artificial», Ledwing Wittgenstein «se dejó de hablar de ciencia para hablar de lenguaje de la ciencia». Paralelamente, en los años 50 surgen científicos que defienden sus posturas ante lo que consideran ciencia. Desde entonces, las ciencias naturales vienen relacionadas entre la biología, geología, química y el conocimiento se ha organizado a lo largo de la historia.

Independientemente de la percepción, implica formas de investigación, validación y comunicación. Por el valor, la interpretación del conocimiento. Por el lugar, conceptos como: realidad, verdad, racionalidad, certeza, objetividad, experimentación, observación, teoría, preguntas, explicación, etc. La respuesta a las interrogantes por la naturaleza no es única ni universal. Con Copérnico y Galileo, y la divulgación de los escritos de Bacon en el siglo XVII, las supuestas verdades de la «ciencia» son cuestionadas.

Las posiciones antagónicas del racionalismo y empirismo, según Bunge (1985) hace «recordar a Platón, que trató problemas de los que se han ocupado filósofos de todos los tiempos, incluyendo los actuales». Hacía falta que Bacon escribiera su «Novum organum» en 1620, en el cual se observa la nueva lógica o «juicios verdaderos sobre la interpretación de la naturaleza», en clara oposición a la filosofía racionalista. La lógica deductiva, según García Suárez (1997), «proclama la necesidad de que el hombre interprete la naturaleza observándola y establece la visión empirista de la ciencia» (p. 63). Visión que será apoyada por el positivismo de Augusto Comte y que se constituirá como visión hegemónica de la ciencia hasta los inicios del siglo XXI.

Las ciencias de la naturaleza, como física, química, biología, geología, meteorología, etc., observan la naturaleza, organizan la información para enunciarlas y explicarlas en forma tentativa. La observación no es

imparcial, siempre aparece condicionada por las ideas adquiridas por la actitud del observador. Einstein decía que la ciencia es comprensión de las experiencias y la obtención del objeto de estudio utilizando conceptos mínimos y relaciones primarias.

Observar la naturaleza implica elegir determinados fenómenos y desechar otros de la multiplicidad que existen en ella. No todos los investigadores de un mismo objeto «ven» y registran los mismos resultados, porque lo hacen desde puntos de vista diferentes, de acuerdo con sus percepciones. La experimentación consiste en la reproductibilidad deliberada de un problema, que puede ser repetido siempre que se den las condiciones iniciales. Por supuesto, la repetibilidad de un fenómeno es relativa, porque cada hecho es único. Los científicos preparan los experimentos cuidando las condiciones de reproducibilidad con el fin de obtener características que consideren relevantes. Un aspecto fundamental de las ciencias es su carácter cuantitativo a través de los conceptos y relaciones con la Matemática.

1.4 Epistemología de la Geología

El conocimiento es una iniciativa intelectual, según Montiel Valentini (2012). «Subordina el objeto de estudio al sujeto, de cuya óptica surge su relación o definición» Este proceso requiere de la revisión de las bases filosóficas de la geología, de sus disciplinas, del objeto de estudio, que busca la verdad, la objetividad, la realidad y la justificación del conocimiento.

En esta línea de análisis, Aristóteles se refiere a las virtudes que permiten la perfección de la razón en relación con el juicio de verdad. Manrique (2009) señala que la «Geología para explicar la dinámica terrestre necesitó de teorías que integren modelos matemáticos y enfoques conceptuales apropiados de la geodinámica interna y externa de la Tierra». Esta área del conocimiento estudia la Tierra, el origen, transformaciones, materiales que la conforman, su distribución en el espacio-tiempo y los procesos de transformación que experimentan.

La geología es una compleja relación de disciplinas relacionadas con las ciencias experimentales, enfocadas en abordar el problema de las ciencias. De este concepto, se desprende la complejidad propia de esta ciencia, porque posee componentes históricos (origen y evolución), sobre la base de la observación, análisis descriptivo y sistémico (composición, estructura); también dinámico y hasta predictivo; que hace de la geología una ciencia independiente de la física y la química.

Tabla 1

La geología se relaciona con otras ciencias

Disciplina	Objeto material	Objeto formal	Definición	Ciencias relacionadas
Petrología	Roca	Procesos formativos a partir de los paradigmas, teorías y principios geológicos vigentes.	Rama de la geología que se ocupa del estudio de las rocas desde el punto de vista genético y de sus relaciones con otras rocas. Consiste en el estudio de las propiedades físicas, químicas, mineralógicas, espaciales y cronológicas de las asociaciones rocosas y de los procesos responsables de su formación.	Mineralogía, cristalografía óptica, física, química, matemáticas y geología, vulcanología, sedimentología.
Mineralogía	Los minerales y mineraloides	Compuesto químico cristalino y sus propiedades físicas y químicas	Es la rama de la geología que estudia las propiedades físicas y químicas de los minerales, que se encuentran en el planeta en sus diferentes estados de agregación. Un mineral es un sólido inorgánico de origen natural, que presenta una composición química no fija, además tiene una estructura cristalina. Un mineral es un sólido homogéneo, con una composición química definida (variable) y una disposición atómica ordenada. Usualmente se forma mediante procesos inorgánicos.	Cristalografía, química, física, matemática, geología, gemología, petrología.

Paleontología	Fósiles y trazas fósiles	El origen, evolución de los diversos seres vivos. Biosfera.	La paleontología es la ciencia que se ocupa del descubrimiento y estudio del registro fósil para así reconstruir la historia de la vida (http://aulatres.wikispaces.com/. Se encuadra dentro de las ciencias naturales, posee un cuerpo de doctrina propio y comparte fundamentos y métodos con la geología y la biología con la que se integra estrechamente.	Geología, biología.
Geofísica	Los campos físicos vinculados al planeta Tierra		Es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra desde el punto de vista de la física. Su objeto de estudio abarca todos los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra. Al ser una disciplina principalmente experimental, usa para su estudio métodos cuantitativos físicos.	Geología, física, geoquímica.

Geoquímica	Los elementos químicos	Leyes sobre las cuales se basa la distribución de los elementos.	Es una especialidad de las ciencias naturales que, sobre la base de la geología y de la química, estudia la composición y dinámica de los elementos químicos en la Tierra, determinando la abundancia absoluta y relativa, su distribución así como la migración de dichos elementos entre las diferentes geósferas que conforman la Tierra (litósfera, hidrósfera, atmósfera y biósfera) utilizando como principales evidencias las transformaciones e interacciones entre rocas, minerales y fluidos que constituyen la corteza y el manto terrestres, con el propósito de establecer leyes sobre las cuales se basa tal distribución.	Química, matemática, mineralogía, petrología.
Vulcanología	Volcán		Es el estudio de los volcanes, la lava, el magma y otros fenómenos geológicos relacionados. Rama de la Geología que estudia los fenómenos volcánicos y las formaciones geológicas a las que dan origen, tanto en la Tierra como en otros cuerpos del Sistema Solar.	Física, química, matemática, geoquímica, estratigrafía, petrología, geología estructural.

Hidrogeología	El agua subterránea		Rama de Geología que estudia las aguas subterráneas en lo relacionado con su origen, su circulación, sus condicionamientos geológicos, su interacción con los suelos, rocas y humedales.	Física química.

Adaptación: Aduriz Bravo (2008). Integración de la epistemología en formación del profesorado de ciencias.

1.5 Epistemología de la Física

Un físico es un pensador, dijo David Bohm, y no acepta creencias de la elementalidad. Las leyes primarias de la física no habrían sido descubiertas por una ciencia que fragmente en partes el conocimiento. La Epistemología es la ciencia que se emplea para referirse al conocimiento sistematizado que se utiliza para la organización de la experiencia sensorial, objetivamente verificable a través de la observación. Recurre al método científico para organizar el proceso experimental de un problema y estructurar la esencia de su teoría.

Para la Física, la naturaleza revela relaciones estructurales entre sus partes. Las hipótesis o leyes que un físico intenta descubrir no son modificables por voluntad propia, pero su conocimiento sirve para eliminar, alterar o producir determinados hechos. En la actualidad no se considera un saber completo, acabado o absoluto, por el contrario, las interrogantes que enfrenta son múltiples e inacabadas. Creer que existe una respuesta definitiva para todo es superstición. En este orden de cosas el conocimiento es dinámico, cambiante, que genera una multiplicidad de interrogantes y posibilidades de investigación, haciendo de la práctica una actividad indefinida.

En la antigüedad, los problemas de física se solucionaban sin establecer conclusiones ni leyes. Así fue por años. En los siglos VII y VIII a. de C., la ciencia apareció sobre la base del estudio de los fenómenos naturales y nació la física con Arquímedes (287-212 a. de C.), después de él hubo un vacío.

En la mitad del siglo XV, Leonardo Da Vinci estudió fenómenos reproduciéndolos artificialmente a fin de establecer leyes físicas estrictas. A mediados del siglo XVI, Galileo Galilei fundó la física moderna, con ella demolió la teoría aristotélica que había dominado durante la Edad

Media. La obra de Galileo fue continuada por Torricelli (1608-1647). Luego de él, nace Isaac Newton, que, entre otras obras, creó la ley de gravitación universal, que explica cómo se mueven los cuerpos celestes en el Universo. Sus aportes fueron sobre mecánica, astrofísica, óptica y matemática, creó el cálculo superior que sirvió como herramienta para describir cuantitativamente sus observaciones y teorías. Murió en 1727, del (siglo XVIII), y fue considerado como el padre de las ciencias, estudió los fenómenos eléctricos, magnéticos y caloríficos, interpretó la naturaleza y estudio nuevos fenómenos naturales y científicos.

La física del siglo XIX cumplió procesos en sus áreas del conocimiento. Difundió su aplicación en máquinas, a vapor, de explosión y eléctrico. Este siglo es considerado de la óptica (fotografía, cinematografía, etc.) y de la electricidad (motor eléctrico). Se estableció los fundamentos de la electrónica. En los cincuenta primeros años del siglo XX, el científico más importante fue Einstein, estudió la luz, el tiempo, el espacio y la energía, descubrió leyes que regulan la naturaleza y el universo.

1.6 La Epistemología de la Química

Los pensadores de la Grecia antigua identificaron el material primitivo a partir del cual se originó la materia viva. Iniciamos el camino epistemológico con la pregunta, ¿por qué pocos filósofos se interesan por la química? De ahí que las formulaciones epistemológicas, según, Villaveces (2000), «desde Descartes, Kant, Comte, Duhem, Popper hasta Feyerabend, están formuladas sobre la base de las teorías de la Física». Sin embargo, los científicos químicos son el mayor número y los resultados tienen impacto económico en el mundo. Ejemplos: la segunda revolución industrial fue un proceso químico; la verde aplicación de químicos a la agricultura. La química está presente: en el ambiente, la salud, agricultura hasta la biología molecular, la industria pesada, la cosmología, los materiales hasta la nanotecnología. Desde esta mirada la química es importante para la comprensión de la vida.

La química no es una ciencia nueva, esta se estructura a partir del siglo XVII, con Boyle; y a finales del siglo XVIII, Lavoisier publica el Tratado Elemental de Química como ciencia con paradigmas propios, y capacidad de predicción. Kant aseguró que nunca llegaría a ser ciencia, porque no era susceptible de formulación matemática; precisamente, Lavoisier, comenzó el camino de su matematización.

Según Villaveces (2000):

> …en el siglo XIX los químicos demostraron la naturaleza atómica y eléctrica de la materia, el carácter atómico de la electricidad, el eléctrico del enlace químico, la necesidad de que los átomos tuvieran una estructura interna, la posibilidad de quitar y poner electricidad a átomos y moléculas y por lo tanto, la no-indivisibilidad de estas partículas. Dalton pesó átomos a partir de la interpretación de la Ley de las proporciones definidas y predijo la Ley de las proporciones múltiples. La medida atómica fue propuesta por Gay-Lussac y Avogadro en el Siglo XX, esperaron hasta 1860, para que estas bases se cristalicen en los pesos atómicos, propuestos en la Ley Periódica y la escritura de Tablas Periódicas completas (pp. 9-26).

Sobre la teoría atómica en el siglo XX, Villaveces (2000) señala «Perrin y J. Thomson, en el año 1897 realizaron en tubos de Crookes experimentos de conducción de electricidad a través de gases a baja presión similares a los realizados por Faraday, de conducción eléctrica a través de soluciones diluidas». Si Faraday encontró el carácter corpuscular de la electricidad, Thomson midió la relación entre la carga y la masa de los corpúsculos de electricidad y demostró que los mismos forman parte de los átomos de los elementos químicos, considerado descubrimiento del electrón.

Con claridad, Thomson, en el año 1903, propuso el modelo atómico que dio base física a la Ley Periódica, aunque no completó la formulación de los anillos de cargas negativas en un campo positivo. Posteriormente,

Rutherford realizó su experimento de dispersión de partículas sobre láminas de oro y postuló el átomo nuclear. Después del trabajo de Rutherford, Bohr propuso dos postulados sobre la estabilidad de las órbitas estacionarias y la cuantización de la acción y formuló el espectro del átomo de hidrógeno con asombrosa precisión. Para hacerlo utilizó los fundamentos de la física clásica: leyes de Newton y cálculo diferencial. El átomo de Rutherford y de Bohr se convirtió en el modelo oficial y las investigaciones posteriores se refirieron a ellos como verdad, que había que aprender o mejorar.

1.7 Epistemología de la Biología

Las ciencias biológicas analizan los procesos de la interacción de los organismos con el contexto natural y las etapas de la vida. Estas relaciones ayudan a comprender fenómenos naturales, pero también ha provocado confusión. Se ha confundido lo micro con lo simple; la reducción con totalidad, se fragmenta, simplifica y se concluye que la realidad es esa interpretación.

Esta área del conocimiento estudia el desarrollo de los procesos para promover la educación científica. Resaltamos la biología generalista, que se inicia en la teoría general de sistemas, propuesta por el biólogo Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), quien sugiere que no debemos ver a los «seres vivos como sistemas abiertos que interactúan permanentemente con su entorno, sino que podemos extrapolar a los campos de la vida social y cultural». En este contexto, hacer mención interdisciplinariamente con otras áreas de la vida es importante, como: plantas, animales y personas, sus interacciones con el entorno que es vida. El comportamiento de los organismos es estudiado por la etología y la psicología, si se incluyen aspectos biológicos. Además, con otros campos relacionados con la vida, como: medicina, biomedicina, bioquímica, las ciencias humanas y sociales. La biología se ha estructurado con los aportes de investigadores que se

dedicaron al estudio de la naturaleza. Aristóteles estudió y describió más de 500 especies animales; estableció la primera clasificación de los organismos que no fue superada hasta el siglo XVIII por Carl Von Linneo. Este clasificó a los organismos conocidos de la época, en géneros, órdenes y clases, basándose en el concepto de especie como grupo de individuos semejantes, con características comunes a los de sus progenitores.

El naturalista Carl Von Linneo propuso la nomenclatura binomial, asignó a los organismos dos palabras, sustantivo para el género y adjetivo para la especie, que forma al nombre científico, que debe destacarse con otro tipo de letra en un texto. El nombre científico se utiliza para evitar confusiones de identificación y registro de las especies. Charles Darwin realizó aportes a la Biología a través del texto denominado *El origen de las especies* (1859). En él expuso ideas sobre la evolución por medio de la selección natural. Esta teoría, junto a la celular, dio origen a la herencia biológica, base científica de la biología actual.

Gregor Mendel organizó la herencia biológica, explicó las características que transmiten los padres a los hijos, y escribió las bases de la genética. Por otra parte, Louis Pasteur demostró la falsedad de la hipótesis de la generación espontánea al comprobar que un ser vivo procede de otro. Él registró las bases de la bacteriología, investigó la enfermedad del gusano de seda; el cólera de las gallinas y desarrolló exitosamente la vacuna del ántrax para el ganado y la antirrábica.

El biólogo y bioquímico Aleksander Ivánovich Oparin, (1936), en el libro Origen de la vida sobre la Tierra, explica la transformación de la materia inorgánica en orgánica y cómo esta dio origen a la materia viva. También, Watson y Crick propusieron la organización del ácido desoxirribonucleico, molécula que interviene en los procesos celulares, como: alimentación, reproducción y en el traspaso de signos de padres a hijos. El ADN consiste en dos fajas enrolladas en forma de doble hélice, parecidas a una escalera en espiral.

El científico Konrad Lorenz estudió el comportamiento animal, ensayó un tipo especial de aprendizaje conocido como impresión o impronta. Verificó que la conducta de los gansos de seguir a su madre era aprendida o innata, graznó y caminó frente a los patitos recién nacidos, lo persiguieron, aun cuando tenían la oportunidad de seguir a su madre. Con esto demostró que la conducta de seguir a su madre no es innata sino adquirida. La idea de la epistemología genética, y de la inteligencia, es que el organismo se adapta al ambiente.

1.8 Epistemología de la Ecología

Los antecedentes históricos de la ecología inician con Hipócrates, él señala las relaciones entre los organismos y el ambiente. Albert Einstein decía que es obligatorio cambiar nuestra forma de pensar y actuar para transformar el destino al que llevamos al planeta. Es necesario un cambio cultural, social, político, económico, etc. para evitar la crisis ecológica que está destruyendo a la biodiversidad.

Las ideas epistemológicas que abordamos inician con el término griego *Oikos* que significa la casa, el hábitat, que da origen a Ecología, noción que aparece con Haeckel (1866) para referirse a «un nuevo campo en las ciencias biológicas, que explica los nexos entre los seres vivos y el ambiente en que viven». La ecología así entendida resultaba un concepto simplificador, se ha ido enriqueciendo en el siglo XXI con las ciencias de la vida.

La complejidad del objeto de estudio de la ecología, el ambiente o contexto natural, se ha ido estructurando de la interacción de un «biotopo» (el contexto geofísico) y una «biocenosis» (nexos entre seres vivos: fauna y flora que pueblan ese biotopo): las conexiones cambiantes entre ellos y el ambiente.

1.9 Epistemología de la Educación Ambiental

Las bases epistemológicas de la educación ambiental tienen sus orígenes con Rousseau (1712-1778), quien defendía la imagen de que la naturaleza era «nuestro primer maestro». Según Boada y Escalona (2003), Simón Rodríguez expone su preocupación por una educación más cercana al ambiente natural. En el contexto planetario se genera información de educación ambiental, como el Tratado de Belgrado (1975), donde se reconoce la brecha entre países y el desarrollo al interior de estos. Señala que este debe ser más armónico con el ambiente, erradicando las causas básicas de las desigualdades, como: la pobreza, el hambre, analfabetismo, la explotación indiscriminada de los recursos no renovables, la contaminación y la dominación; critica el consumo a costa de otros e insta a universalizar una ética humana.

En Chosica, Perú, en 1976, se realiza el Taller Subregional Ambiental para la enseñanza secundaria; en él se acentuó que los problemas ambientales no provienen de la abundancia y el derroche», sino del incumplimiento de prioridades básicas, como: la desnutrición, el analfabetismo, el desempleo y la insalubridad. El Congreso de Tbilisi realizado en 1977, reconoce que «la definición de ambiente se ha ampliado y comprende elementos específicos, como «desarrollo insuficiente» y «pobreza». La conferencia de Río de Janeiro en 1992, a favor del ambiente y desarrollo fortaleció las iniciativas para incorporar a la educación básica el currículo ambiental. En 1994, en Chile, sede regional de la UNESCO, se organizó el seminario taller sobre educación, ambiente, población y desarrollo humano sustentable, convocado por el Fondo de las Naciones Unidas para Actividades en Población (FNUAP). En esta reunión se promovió el proyecto de Ambiente, Población y Desarrollo y se pretendió cambiar el vocablo Educación Ambiental por Educación para el Desarrollo Sustentable.

La conceptualización nuestra es que la educación ambiental debe transformarse en una escuela de pensamiento ecológico, para promover acciones remediales a los desastres naturales causados por el sistema económico vigente y generar líneas de acción que promuevan cambios de vida en la sociedad, que ayude a desaprender, volver aprender, para reconstruir el modo de pensar y el hacer que nos ha llevado a la crisis ambiental actual.

CAPÍTULO II

2. EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Es comprender temas de ciencia para debatir en el contexto científico

2.1. Importancia de la Educación Científica

La educación científica debe asegurar a las personas aprendizajes pertinentes y de «calidad». Sin embargo, el sistema educativo del país no desarrolla metodologías para presentar procesos de vinculación de la práctica con la teoría, provocando en los jóvenes desinterés y poca vocación científica. Debe transformarse la educación experimental, considerando el qué, cómo y quiénes enseñan y aprenden. Desde nuestro particular punto de vista, la educación científica es la estrategia para comprender problemas elementales de la ciencia para participar en el debate científico. Aunque, intuitivamente aceptamos los beneficios de estar educados científicamente, cabe preguntarnos, ¿cuántos de nosotros realmente estamos informados de los avances científicos?

El nivel de la educación científica en las carreras pedagógicas es bajo, muy pocos docentes y estudiantes aceptan la idea de no estar formados científicamente. A pesar de ello, el porcentaje de la población estudiantil tiene un nivel educativo en ciencias bajo. En el sistema educativo del país, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa 2017 «evaluó a 6100 estudiantes de 178 instituciones educativas, buscando conocer las habilidades necesarias en dominios claves: El 49 % de los estudiantes alcanzaron el nivel 2 en lectura, el 43 % en ciencias y el 29 % en matemática en una escala de 1 a 100».

En los estudiantes de las carreras pedagógicas de la Facultad de Ciencias de la Educación se realizó un sondeo rápido (100 estudiantes y 10 docentes) en los patios institucionales en el semestre abril-agosto 2018, los resultados fueron: 15 % afirmaron que las personas evolucionamos a través del proceso de selección natural; el 40 % sabe la función del ácido desoxirribonucleico (DNA) y 20 % piensa que el Sol gira alrededor de la Tierra. El 60 % de los docentes saben que la Tierra tarda un año en dar la vuelta al Sol; 30 % mostraron interés por la información deportiva, el 7 %

por la información científica; y el 8 % afirmaron que saber ciencia es tan valioso como leer y escribir.

Los resultados indican que los estudiantes de Biología, Química y Ciencias Sociales obtuvieron los mejores resultados en relación con las otras carreras. Los consultados valoraron la actividad de los científicos con un 4 de una escala del 1 al 5, por debajo de los médicos que obtuvieron 5.

Los resultados están relacionados con la interrogante, ¿por qué debe preocuparnos la educación científica? o, ¿qué implicaciones tiene para el ciudadano de a pie saber ciencia?, ¿qué debemos hacer para que la educación científica mejore?, ¿quiénes son los responsables de esa mejoría? Consideran que existen varias respuestas válidas a las preguntas. Aquí nos ocuparemos de ellas: la ciencia es parte integral de nuestras vidas y existe la necesidad de fomentar el interés científico en los jóvenes estudiantes con formación de científicos. Tras discutir brevemente estos ítems, trataremos de responder a otra interrogante, argumentando que los científicos deben asumir más seriamente la responsabilidad de la divulgación de la ciencia a la sociedad en general.

2.2. La Educación Científica, una Forma Diferente de Mirarlo

La ciencia es promotora de cultura. Sus progresos han sido notables y hoy asistimos a un desarrollo tecnológico espectacular como vía de comunicación. En este sentido, se pone de manifiesto el impulso de la educación en el desarrollo de la ciencia. El abanico de posibilidades y recursos es amplio; uno de ellos, los cambios en el ámbito científico y tecnológico en los modos de vida, circunstancia que lleva consigo un proceso de aprendizaje diferente.

Por otra parte, debe existir un compromiso entre la ciencia, tecnología y sociedad (CTS) compartiendo intereses y dando respuesta a los problemas que plantea el debate científico, para trascender al contexto de: explicar

y predecir el funcionamiento de la naturaleza; descubriendo: leyes, principios, teorías, conceptos, propósitos de la ciencia inductiva; para este propósito la investigación es la estrategia de interpretación y el lugar asignado a conceptos, como: realidad, verdad, racionalidad, certeza, objetividad, experimentación, observación, teoría, preguntas, explicación, etc.

Las experiencias sistematizadas hacen referencia al problema de hacer ciencia con dos componentes, la información científica y la metodología para su aprendizaje. Entonces, el conocimiento científico es el producto de la aplicación del método de la ciencia.

Tabla 2

Niveles del conocimiento

Conocimiento científico	Conocimiento vulgar
Predominantemente objetivo	Subjetivo
Responde al cómo y por qué	Da respuestas a cómo
Práctico y teórico	Práctico
Preciso	Inexacto
Lenguaje técnico	Lenguaje común
Universal	No es válido de forma universal
Basado en la comprobación	Se basa en la creencia o experiencia
Según el método científico	Se adquiere al azar
Predictivo	Lenguaje común

Fuente: autoría propia.

El método es guía para los investigadores e inicio para las conclusiones. Se considera la reproducibilidad, es decir, la capacidad de repetir un experimento y la refutabilidad de esta. Susceptible de comprobación, rechazo o aceptación.

Figura 3. Modelo circular del conocimiento. **Fuente:** autoría propia.

2.3. La Ciencia en la Vida Cotidiana

La ciencia nos afecta directa y rápidamente, no pasa un día sin que los medios de comunicación publiquen avances y planteamientos desde el mundo científico, en temas tan diversos como: el coronavirus, gripe aviar, el bioterrorismo, la clonación, las células madre, el desarrollo de nuevos fármacos y sus efectos. Estos y otros temas no corresponden al científico de laboratorio, sino al que difunde el conocimiento. La Internet y los ciberespacios han puesto en nuestras manos información de salud, inusual en la consulta médica. Las farmacéuticas anuncian productos directamente al consumidor, lo que impulsa la proliferación de anuncios, desde reducir los niveles de colesterol hasta la impotencia sexual. Las aseguradoras,

en su afán de reducir costos, han organizado un portafolio de pacientes para involucrarles en la toma de sus propias decisiones terapéuticas. Estos y otros ejemplos apuntan a que la educación científica no puede ser vista como un privilegio de pocos. Por el contrario, es imprescindible comprender a un nivel elemental conceptos para tomar decisiones que afectan a nuestros intereses. Sin conocimientos básicos, ¿cómo decidir si lo que leemos en Internet sobre salud es útil o charlatanería?, ¿cómo saber si una pandemia de influenza o coronavirus es o no inminente en el país?, ¿cómo decidir si vale almacenar células madre para utilizarlas en la medicina regenerativa?, etc.

Comprender ciencia es imprescindible para participar inteligentemente en debates científicos que afectan a la vida. Estar informado sobre ciencia nos permite observar problemas para formular proyectos de investigación. Saber ciencia tiene implicaciones directas para nuestra salud y bienestar individual, e implicaciones en el desarrollo de la sociedad.

Desde esta mirada, las Ciencias Naturales deben presentar propuestas curriculares transformadoras para ampliar las fronteras de la educación y tender puentes entre las salas de clase y los escenarios no formales, como: clubes de ciencias, museos y espacios verdes, etc. Entonces, despertaremos el interés por la ciencia en las nuevas generaciones, es formar científicos del futuro.

La población en general está interesada en la ciencia y valora la labor científica; lamentablemente, los datos que existen en el país con respecto a la educación científica son insatisfactorios. Diario El Telégrafo (2019), la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) «presentó a los 286 mejor puntuados del Ser Bachiller, 286 estudiantes mejor puntuados, de ellos, 21 alcanzaron 1000/1000 y postularán a universidades nacionales o foráneas». Según los resultados, pareciera que los docentes no estamos haciendo lo suficiente para mejorar el nivel científico. Desde luego, el número bajo de estudiantes ubicados en

el Grupo de Alto Rendimiento Académico (GAR) explica la disparidad, diferencias entre las instituciones educativas urbanas y rurales con capacidad de crear nuevos científicos. De hecho, como argumento, mejorar la educación científica del país no depende exclusivamente de gastar más dinero, sino de docentes interesados en hacer ciencia.

Los investigadores deben combinar su laboratorio con el salón de clases, con charlas divulgativas, para mejorar la educación científica. A fin de cuentas, si a los científicos y docentes investigadores no les importa que la gente sepa ciencia, entonces ¿a quién va a importarle?

La educación científica desde la cotidianidad

El pensamiento reflexivo de la academia está obligado a revisar los referentes conceptuales de la educación, con el propósito de elaborar problemas, preguntas y discusiones que contribuyan a la construcción de la cultura científica. El modelo de educación científica del país ha estado cercado por concepciones fundamentadas en el racionalismo, el empirismo y el positivismo lógico, que ha limitado los métodos y estrategias metodológicas utilizadas en las prácticas educativas.

Tradicionalmente las propuestas curriculares se han centrado en el desarrollo de la ciencia como temas dispersos e inconexos de lo cotidiano; la pedagogía y la didáctica se han limitado a la subordinación, instrumentalización y atomización del aprendizaje. Entonces, la generación y construcción del conocimiento no se centra en quien aprende, sino en el especialista, ajeno a las experiencias de los estudiantes.

La acción investigativa, la reflexión, la discusión y los diálogos epistémicos con abordajes filosóficos y sociológicos, se concretan en concepciones inter y transdisciplinariamente, complejas de la ciencia; desde esta visión se debe proponer lineamientos pedagógicos, didácticos y curriculares. De forma que los programas tienden a estructurarse inter y transdisciplinariamente,

en la que la ciencia sea pregunta y la respuesta el contexto, que se escriba y se reescriba en la práctica educativa, y no se circunscriba solo a la escuela. A la ciencia se le debe reconocer como tejido de conocimiento en construcción, dónde la pedagogía y la didáctica se abran a preguntas, como: ¿por qué?, ¿para qué? y ¿para quién?

Las reflexiones expuestas, apuntan a cuestionar la alfabetización científica como un abordaje de adquisición y repetición del conocimiento, marcando límites a la ciencia, sus usos, aplicaciones y transformaciones. Se hace necesario pensar en un conjunto de percepciones, creencias, concepciones, significados, sentidos, experiencias, teorías que configuran construcciones individuales y colectivas sobre la ciencia, sus métodos y prácticas de saberes para la interpretación, comprensión, discusión, construcción, reconstrucción y transformación de la sociedad.

En esta línea de pensamiento, otro aspecto a cuestionar, son los modelos de formación de pedagogos, para que la educación científica sea abordada desde una configuración de cultura científica, a partir del acompañamiento a estudiantes-científicos.

En este sentido, se hace indispensable crear líneas de la investigación en educación, como: la historia y la sociología de la ciencia; la ecología, educación ambiental en relación con la ciencia tecnología y sociedad (CTS). En definitiva, se trata de seguir pensando la educación científica desde la crítica del lenguaje, de los métodos, técnicas y de las formas de enseñanza y aprendizaje, como su teorización e integración con los interobjetos del mundo y de la vida.

La educación científica en la formación de pedagogos

El aprender y enseñar ciencias se concreta en el currículo, sobre la base de la educación y de la cultura científica. Sistematizadas las reflexiones y recomendaciones de cómo repensar el proceso en términos de qué, cómo

y para qué la generación y socialización del conocimiento científico en la actualidad.

Sin embargo, los contenidos que hemos analizado cobran importancia en las propuestas articuladas en torno a contenidos verbales en la mayoría de los currículos, no solo de los tradicionales, sino también de las propuestas innovadoras «actualizadas».

Analizamos algunas consideraciones en torno a preguntas, como: ¿por qué los estudiantes poseen una deficiente formación en ciencias?, ¿cuáles son las razones de la desmotivación por el aprendizaje experimental? La respuesta: no hacemos educación científica en la formación profesional de los pedagogos de ciencias.

La educación científica para los investigadores es estrategia de vida y una escuela de valores. Es un proceso continuo de búsqueda–aprendizaje–búsqueda, es aprender y enseñar indagando, desarrollando competencias, como:

a) Curiosidad por los fenómenos naturales y sociales del contexto.

b) Respeto por la evidencia encontrada.

c) Flexibilidad para formularse preguntas.

d) Deliberación crítica de los hallazgos.

e) Trabajo colaborativo de equipos sinérgicos.

Las reflexiones propuestas aproximan a los docentes a comprender la importancia de la educación científica en la formación profesional. Así, el aprendizaje adquiere valor e importancia, en la medida que se convierte en potencial para transformar la realidad y resolver problemas complejos del contexto interconectado. En esta línea de pensamiento, ¿Qué deben saber hacer los estudiantes que reciben educación científica?, ¿qué esperan

los docentes que los estudiantes hagan después de recibir educación experimental?

Entonces, provocaremos reacción ante problemas, como:

a) Respeto a la vida, la libertad y el cuidado a la naturaleza.
b) Autocríticos, trabajadores, transformadores del contexto social y educativo.
c) Talento positivo frente a la frustración.
d) Comprensivos y firmes ante los problemas.
e) Conformar la sociedad científica en el futuro cercano.
f) Experimentar por lo desconocido.
g) Pensar críticamente.
h) Resolver problemas.
i) Atreverse a asumir riesgos.
j) Registrar la información adquirida y producida.
k) Pensar en forma independiente.
l) Comunicar lo aprendido.
m) Trabajar en equipo.
n) Disfrutar de la investigación experimental.
o) Adquirir habilidades tecnológicas.
p) Tomar conciencia sobre oportunidades.

La formación científica de los pedagogos se considera indispensable por las siguientes consideraciones:

a. Por el valor formativo intrínseco, entusiasmo, asombro y la satisfacción personal que proviene de comprender y argumentar los hechos que se dan en la naturaleza.
b. La búsqueda científica desde el trabajo sociopolítico de la vida contemporánea.

c. El conocimiento científico de la naturaleza demanda una actitud de respeto y cuidado.

Estas explicaciones conectan la teoría con la práctica, de sus particulares puntos de vista surgen interrogantes, como: ¿la ciencia que se enseña es coherente o contradictoria con la ciencia experimental?, ¿es susceptible de subdividirse en otras áreas del conocimiento?

Las respuestas las planteamos desde las siguientes ideas:

a) ¿Qué se divulga cuando se enseña ciencia?

b) ¿La ciencia enseñada se planifica intencionalmente?

c) ¿La naturaleza de la ciencia transmitida es coherente con los hechos, conceptos y procedimientos científicos que se enseñan?

d) ¿Las actividades y recursos empleados en las clases son coherentes con la ciencia que se quiere enseñar?

e) ¿Los docentes tienen consciencia de la ciencia que transmiten a los estudiantes?

f) ¿Conoce el docente los diferentes paradigmas de la ciencia?

2.4. La Divulgación Científica

El científico de laboratorio, que guarda celosamente los resultados obtenidos tiende a desaparecer; hoy da paso al desarrollo social, disposición a informar los descubrimientos a través de las investigaciones realizadas. Cada vez más, el trabajo de las investigaciones básicas y aplicadas que se realizan en las universidades y centros de investigación exigen y ponen de manifiesto el compromiso de la comunidad científica con el contexto dónde desarrolla su actividad.

El reto es: hacer inteligibles y accesibles los resultados e implicarse en su acercamiento a la comunidad. En esta tarea, no solo deben participar

los profesionales de ciencia, sino, de manera especial, los comunicadores sociales, artífices en la divulgación de la ciencia a los estratos de la sociedad civil.

Cuando la población esté informada, tendrá capacidad crítica y ejercerá libremente el derecho de comprometerse con el progreso de la ciencia. Por otra parte, desempeñarán un papel prioritario en la divulgación a públicos abiertos, como: museos, planetarios, laboratorios, repositorios científicos de universidades y revistas de impacto, entre otros, que son estrategias de difusión del conocimiento científico. También, las editoriales deben hacer esfuerzos en ampliar su oferta bibliográfica en circulación científica.

Los periodistas han de hacer un esfuerzo por mejorar su preparación, buscando una mayor especialización en temas científico-tecnológicos; de este modo, su conocimiento los llevará a informar con propiedad, sabiendo de lo que escriben.

Mencionamos a la hiperconexión, una tecnología a nuestro favor, el desafío del docente del siglo XXI, es llevar las clases a escenarios virtuales. Parafraseando a Larry Niven, hay que desaprender para aprender. Es posible enviar información al instante desde un dispositivo móvil, trabajar en red con correos electrónicos, chat, *notebooks*, *tablet*s y buscar información en plataformas especializadas para incrementar la productividad y promover la creatividad; preparar publicaciones y producir trabajos académicos creativos, utilizando modelos tecnológicos y producir trabajos académicos creativos.

2.5. La Educación Científica y el Desarrollo Curricular

La educación interdisciplinaria tiene como objetivo la alfabetización científica desde varios puntos de vista. Entonces, surgen interrogantes, como: ¿qué podemos hacer desde la academia para el desarrollo de la educación interdisciplinaria?, ¿cómo podemos contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología?, ¿cómo hacer de las salas de clase un laboratorio

de análisis, debate y participación en problemas tecnocientíficos para mejorar la calidad de vida?, ¿qué hacemos los docentes para superar la enseñanza de las ciencias, centrada en contenidos?, ¿cómo lograr que el aprendizaje científico aporte competencias profesionales, operativas, y democráticas al proceso de aprendizaje?, ¿es posible fomentar el saber científico de ruptura de paradigmas, usos y aspectos relacionados con la vida? Estas y otras interrogantes, deberían abordarse en el currículo de ciencias.

La resumimos en una inquietud: ¿qué estrategias educativas necesitamos para comprender los problemas contemporáneos en contextos globalizados, desde la condición de país en desarrollo? Es un saber necesario para la educación del futuro.

Debemos tener claro un concepto, un dato, un hecho y, además, darle significado. Entonces, pasar de los contenidos verbales de datos a conceptos contextualizados es impostergable para los académicos. Surge otra interrogante: ¿tienen que aprender datos los estudiantes?, es una pregunta relevante para docentes que observan como ciertos hechos y datos quedan relegados en el cajón de los contenidos obsoletos, ante los significados de los conocimientos actuales.

Pozo y Gómez (2009) citan a García Márquez:

> (…) cuando éramos jóvenes e indocumentados, tuvimos que aprender, o al menos estudiar, interminables letanías de fórmulas, símbolos químicos, pero también afluentes por la derecha y por la izquierda, capitales de países desarrollados. ¿Qué fue de aquel saber verbal?, ¿no tiene ya sentido en nuestra sociedad?, ¿no se están relegando ciertos contenidos básicos en favor de lograr otros objetivos, como la construcción de ciertos contenidos conceptuales que resultan difícilmente alcanzables? (p. 15).

Sin embargo, si atendemos a los principios del aprendizaje y de la memoria, varios contenidos que aprendimos si «no los usamos para interpretar

situaciones o predecirlas, tendemos a olvidarlos». Si los estudiantes tienen dificultades para comprender conceptos básicos de la ciencia, aún más dificultades tienen para recordar lo que no comprenden ¡Verdad!
De hecho, no puede haber ciencia sin datos. Sin embargo, no es un fin en sí, es un recurso, una vía para acceder a otras formas de conocimiento, más próximas a la comprensión del contexto.

2.6. Interés por las Ciencias Experimentales

Si queremos una sociedad emprendedora, es prioritario mejorar la formación científica-tecnológica de las jóvenes generaciones de cara al futuro. Es replantear procesos para que el aprendizaje ocupe la importancia que demanda la sociedad. La enseñanza de las ciencias en el pasado ha desmotivado al estudiante y su interés se centra en otras disciplinas, porque los contenidos, metodología y evaluación, en: Biología, Física y Química, no despierta interés, incluso llegan a detestarlas.

Las ciencias no se venden solas, pese a que otros piensen que sí. Requieren esfuerzo de directivos y académicos que elaboran los currículos, en ellos priorizar problemas que tengan repercusión en la vida, y faciliten la práctica de las experiencias científicas construidas en el tiempo.

El docente de ciencias es clave para formar generaciones de profesionales con cultura científico-tecnológica. Un ejemplo cercano: la utilización masiva de Internet, correo electrónico, la telefonía móvil, etc. Esto ha sido posible por la capacidad de las personas de asimilar, adaptarse y asumir retos de forma «natural»; como decía Einstein, el verdadero arte del maestro consiste en despertar alegría por el trabajo y el conocimiento.

En la aventura por el descubrimiento el docente utiliza recursos didácticos alternativos, como sugerencia: visitas a instituciones científicas, laboratorios experimentales, museos de ciencias, jardines botánicos, ecosistemas naturales, giras de observación ecológicas, parques, reservas naturales y

talleres pedagógicos, que permitan ir de la práctica a la teoría. Sugerencias estructuradas en procesos conceptuales, procedimentales, actitudinales, expresadas en:

a. Las ciencias científicas describen y explican la «correspondencia» y validez de las proposiciones de la «racionalidad».

b. Simbólicos; el conocimiento validado se expresa y relaciona con evidencias «representación y lenguajes».

c. Abordajes procedimentales, metodológicos y técnicas utilizadas por la ciencia validan y construyen conocimiento, para la transformación activa, del contexto de «intervención».

d. Valores que ejerce el científico en la construcción y uso del conocimiento.

e. La forma en que el conocimiento cambia a lo largo del tiempo «evolución» y las decisiones individuales y colectivas comprometidas en los cambios «juicio».

f. Las semejanzas y diferencias entre «disciplinas», y «no disciplinas» dan sentido al contexto «demarcación», y la división del saber en áreas con «personalidad» y propia «estructura».

g. Estatus del conocimiento meta-científico en relación con la normatividad, la capacidad del pensamiento de regenerarse de orden superior «recursión».

2.7. ¿Existen Valores en la Ciencia?

La experiencia de Prada (2014) señala que «la filosofía de la ciencia no puede considerar únicamente la actividad epistémica y metodológica, sino también la axiológica. No solo como teorías científicas, sino al deber ser de la ciencia», acentuando el compromiso ético y social del investigador. Las ideas de las personas sobre sí mismas, y de su contexto de actuación se relacionan con valores y competencias de cambio en la formación profesional. Entre ellas, comprender los conceptos, el razonamiento científico, la comprensión cualitativa del problema, el

rol de los procesos meta-cognitivos, la demanda mental del problema, utilizando representaciones externas, trabajar en equipo, emplear textos auto instruccionales y reducir la memoria en las acciones de aprendizaje.
Prada (2014) cita el libro de Nicholas Rescher, *Razón y Valores en la Era Científico-tecnológica*, y explica que los valores en la ciencia tienen que ver con:

a. Los objetivos de la ciencia: tienen que ver con los valores del investigador afín, con la veracidad, precisión, objetividad, descripción efectiva, predicción, control y dominio de la naturaleza que se convierte en tecnología.

b. Valores de la teoría: constituyen las teorías científicas, que incluyen elementos de relación, estabilidad, generalidad, claridad, sencillez, precisión, entre otros elementos.

c. La creación del conocimiento: son características de los trabajadores científicos como constancia, persistencia, autenticidad, probidad intelectual, atención del detalle, pasión por la indagación de la verdad, modestia intelectual.

d. Aplicación del conocimiento: son los beneficios de los resultados obtenidos relacionados con la utilidad para las personas, como la salud, la longevidad, la comodidad, etc., sobre todo en la medicina, agricultura, ingeniería genética. En las armas de destrucción masiva, por, clonación, el aborto, la eutanasia, la vida artificial y otras más, donde esté presente bioética.

e. Lo explicativo de la ciencia: las ideas permiten comprender la ciencia, sostenidas por quienes se adhieren a una visión «deformada» con matices triunfalistas de acumulación del saber. En este sentido, la educación científica permite ejercitar concepciones alternativas de negociar significados y establecer juicios críticos sobre las opiniones epistemológicas que circulan en el imaginario colectivo.

f. Lo instrumental de la ciencia: los investigadores en didáctica

consideran «aproximar» a los docentes y estudiantes a formulaciones epistemológicas de Popper, Kuhn, Lakatos, Hanson… puesto que son de interés para la educación científica. En este sentido, un conocimiento científico inicial permite estar «en condiciones de comprender la motivación que hay detrás de las teorías epistemológicas modernas y apreciar sus puntos fuertes y débiles» en el desarrollo del conocimiento (Alburquerque Otero, 2016).

g. Lo cultural de la ciencia: el diálogo de la importancia histórica ayuda a docentes y estudiantes a valorar la actividad meta-científica y a reconocer que las experiencias resultan imprescindibles en las clases. Al mismo tiempo, por debates epistemológicos clásicos que permiten combatir lo que Chalmers llama la «ideología de la ciencia», es decir, los malos usos de los conceptos de «ciencia» y «verdad» para defender conservadoras discriminaciones, abusos y fraudes intelectuales.

h. El currículo de la ciencia: las propuestas curriculares son concepciones heredadas del pasado, conservan vigencia parcial o constituyen «aproximaciones» para la comprensión de la ciencia. Entonces, los docentes deben investigar información científica para incluirla en su planificación.

i. Lo experimental de la ciencia: Antes de iniciar el trabajo de validación práctica o de aplicación, es necesario definir las características del objeto de estudio: ¿qué se va a estudiar?, ¿qué se va a analizar?, ¿cuántas veces se debe repetir?, ¿qué cantidad de elementos se debe utilizar?, ¿cómo se debe realizar las experiencias experimentales?

Concluimos mostrando que el conocimiento es un bien social, ayuda a las personas a crecer, valora la calidad de vida personal y comunitaria. El desarrollo científico-tecnológico si es cierto, como pensaba Bacon, puede hacer más fácil la vida, pero no la simplifica ni elimina su complejidad; mal empleado, aumenta los problemas, o nacen otros. Esto nos obliga hoy a preguntarnos sobre los límites del progreso, no teóricos sino prácticos. No se trata de ponerle límites a la mente sino requisitos a la aplicación

responsable de aquello que las personas son capaces de inventar o descubrir.

CAPÍTULO III

3. ENFOQUE EXPERIMENTAL DE CIENCIAS

Es resolver problemas inesperados, anticiparse a los acontecimientos en el proceso

3.1 Estudio de las Ciencias de la Naturaleza

Es resolver problemas inesperados, anticiparse a lo que puede ocurrir, tomar riesgos y proponer respuestas creativas integrando la epistemología al proceso de aprendizaje. Es un mosaico de ideas relevantes que traza un recorrido por el campo de la didáctica; su madurez admite la investigación desde una perspectiva epistemológica, recuperar la práctica profesional a partir de un marco conceptual capaz de identificar, justificar e impulsar la transferencia de sus elementos a concepciones teóricas y prácticas, mostrando el proceso que tiene la ciencia a las jóvenes generaciones de científicos.

Entre ellos, los siguientes:

a. **Enfoque cognitivo:** es el descubrimiento de los elementos de la naturaleza, con la intención de comprender e intervenir a través de la observación y el análisis.

b. **Modelo histórico-didáctico:** sugiere el establecimiento de la integración de la didáctica y la experimentación.

c. **La ciencia escolar:** transposición didáctica sobre la ciencia.

d. **Desarrollo curricular:** se fundamenta en la integración teórica-práctica e instrumental a través de estrategias de aprendizaje.

e. **Currículo integrado:** pone énfasis en la integración sistémica del componente científico, con la idea de alfabetización científica para todos.

f. **Generativo:** el uso de la analogía como estrategia didáctica, y la meta-cognición y autorregulación de la evaluación de los resultados del aprendizaje.

g. **Integración de la meta-ciencia en la educación científica:** tiene en cuenta contenido-reflexión- instrumento.

h. **Formación docente:** En el perfil profesional la epistemología tiene un rol estructurador de saberes de las ciencias.

El análisis entrelaza líneas de: investigación empírica, revisión bibliográfica, desarrollo conceptual, diseño didáctico y formación profesional. En este sentido, difundimos propuestas de aprendizaje, adhiriéndonos a posturas que sostienen que los contenidos científicos deben ser trasladados analógicamente, para que los modelos teóricos emitan juicios críticos sobre ellas.

Ante la actual confusión, tomamos líneas que sustentan la didáctica de las ciencias:

a) La fundamentación teórica, reconoce que la epistemología es importante para sustentar los contenidos científicos.

b) La epistemología se debe incluir en la integración curricular para la formación de pedagogos de ciencias.

c) Los diseños curriculares son útiles para la vinculación práctica-teoría.

Las ideas desarrolladas ponen en acción los resultados de investigaciones e innovaciones llevadas a cabo con varios académicos. Los trabajos amplían las propuestas de este texto en varios sentidos: plantean investigaciones empíricas de tipo evaluativo, proporcionan foros de discusión, difunden nuestras aportaciones, aplican las ideas a la práctica, generan nuevos problemas de aprendizaje.

Las derivaciones expuestas se concretan en las siguientes ideas:

a. Reflexión en torno al constructivismo didáctico.

b. La epistemología para la formación del docente de ciencias experimentales.

c. Implementar la integración de las ciencias a las salas de clase.

d. Contrastación del modelo con otros aplicados en la docencia de ciencias.

Es una invitación a los interesados para, en conjunto, y sin olvidar nuestras divergencias, avanzar en la discusión de la ciencia, tecnología e innovación para la formación de sociedades del conocimiento, sostenibles, democráticas e inclusivas.

Asumir esta tarea desde el paradigma crítico permitirá a los futuros docentes vivencias positivas del trabajo y mejorar la imagen social de la actividad pedagógica. Se trata de un docente-investigador, experto en el aprendizaje experimental. En este contexto, proponemos algunas líneas de acción: la resolución de problemas de aprendizaje; el diseño curricular; relación de la ciencia, tecnología y sociedad (CTS); la educación ambiental; la evaluación de los resultados de aprendizaje; los modelos didácticos; el lenguaje de la cultura científica; las nuevas tecnologías en la ciencia, etc.

Las ciencias físico-naturales se interesan por comprender las leyes que la rigen, a través del método experimental; aprendizaje basado en problemas y aprendizaje por proyectos. Se amparan en el razonamiento lógico para su estudio toma estrategias de las ciencias formales, realiza repeticiones en ambientes controlados, (experimentación), y en menor medida en los asuntos subjetivos propios del sujeto que aprende. En este proceso de investigación, el razonamiento deductivo e inductivo, exige reflexión en torno a las formas de abordar el proceso, describiendo métodos para su análisis y aprendizaje. El objeto de estudio de las ciencias naturales es la naturaleza y las leyes que rigen los fenómenos que allí son observados.

3.2. Las Ciencias de la Naturaleza

Se dividen en áreas científicas que desarrollan destrezas cognoscitivas y hacen énfasis en la estabilidad de la naturaleza. Es una ciencia del ser y hacer porque proporciona estrategias metodológicas para la comprensión e identificación de estas mismas. De esta forma los estudiantes ordenan, organizan e interpretan críticamente la información, a fin de posibilitar saberes científicos a través de la articulación didáctica en proyectos

integradores de saberes creativos. Implica reflexionar sobre la consolidación de las ciencias naturales en escenarios de las ciencias experimentales, cuyo proceso es descubrir saberes a través de la comprobación de la teoría con la práctica y proponer argumentaciones con abordajes interdisciplinares de la realidad.

Las ciencias biológicas se derivan de las ciencias naturales que estudian a los seres vivos y se clasifican en:

a) **Bacteriología:** analiza las bacterias.
b) **Biofísica:** asimila el estado físico de la materia viva.
c) **Biología:** analiza a los seres vivos.
d) **Botánica:** trabaja con plantas.
e) **Citología:** estudia las células.
f) **Ecología:** analiza los ecosistemas y la conservación del ambiente.
g) **Embriología:** analiza los óvulos fecundados o embriones.
h) **Etología:** asimila el comportamiento de los animales.
i) **Evolución:** analiza la variación de las especies en el tiempo.
j) **Fisiología:** analiza las funciones orgánicas de los seres vivos.
k) **Genética:** estudia la herencia, los caracteres biológicos y genéticos.
l) **Histología:** estudia los tejidos orgánicos.
m) **Microbiología:** estudia microorganismos.
n) **Morfología:** analiza la estructura de los seres vivos.
o) **Paleoecología:** analiza los ecosistemas del pasado.
p) **Paleontología:** analiza los restos de vida del pasado.
q) **Taxonomía:** trabaja la clasificación de los seres vivos (Reinos).
r) **Virología:** estudia los virus.
s) **Zoología:** trabaja con los vertebrados e invertebrados.
t) **Entomología:** estudia los insectos.

3.3. Importancia de las Ciencias Naturales

Los beneficios de la educación científica con enfoque experimental e investigativa incluyen estrategias para resolver problemas de la sociedad. Se considera a la naturaleza como el laboratorio natural de las ciencias de la vida, donde los problemas proporcionan profundidad, significación, conexiones y variedad de perspectivas de la idea de naturaleza; abarca tantas dimensiones que es obligado recurrir a otras disciplinas para Estudiarlas y comprenderlas.

Los objetivos crean condiciones para mejorar la calidad de vida de las personas a los que se enfrente en la vida. Montessori estaba convencida de los beneficios culturales, sociales y económicos de las generaciones formadas en los principios y técnicas de la «pedagogía científica», porque otorga un rol relevante al contexto como recurso didáctico y al docente personalidad para utilizar en el proceso. Desde esta mirada, el estudiante crea habilidades, competencias, pensamiento crítico, resuelve problemas, autorreflexiona, autoevalúa, coopera, y desarrolla valores éticos y sociales.

Para lograrlo, hay que enfrentarse a desafíos:

a) Mejorar las políticas públicas para el desarrollo del sistema educativo.

b) Accesibilidad a la educación para todos.

c) Incrementar recursos tangibles e intangibles para la eficacia de la educación.

d) Corregir la organización académica y administrativa en las instituciones educativas.

e) Mantener en la mira estándares de competitividad internacional.

La Academia emplea el término ciencias naturales para identificar áreas del conocimiento que analizan problemas del ambiente. Sin duda, la biología, como parte del estudio de los seres que habitan el planeta, y la variedad de disciplinas que de ella se deriva, incluye el estudio de los microorganismos y de agentes que causan enfermedades. También se considera como parte de las ciencias naturales, las que abordan el estudio de la física y química, como análisis de los estados de la materia y los componentes del Universo, o analizan los fenómenos que acontecen en el ambiente. Sobre la base de estas se han estructurado otras que interdisciplinariamente se incluyen en el estudio experimental. Son ciencias integradas, porque una disciplina se puede relacionar con principios, problemas, metodología y recursos, de otros campos de estudio, como la bioquímica, geofísica o la oceanografía, entre otras.

Una característica de las ciencias de la naturaleza es que son fuentes de conocimiento que nunca termina, porque una observación da lugar a la búsqueda de información y de datos que inician nuevas investigaciones. En sus inicios, la ciencia fue comprendida como la suma de hechos regidos por leyes establecidas con la metodología científica. Sin embargo, ahora se sabe que no es un discurso sobre lo «real concluido» sino, un proceso para la elaboración de modelos que sirven de base para interpretar la realidad del contexto, en donde:

a) La ciencia se hace al escuchar a través de la naturaleza.

b) Se requiere aplicar métodos pedagógicos y científicos para hacer ciencia.

c) La ciencia procede de los científicos en formación.

d) Es necesario la simulación para hacer ciencia.

e) Aprender ciencia debe ser una tarea de comparar y diferenciar, no de adquirir saberes absolutos y verdaderos.

El aprendizaje de las ciencias naturales es importante, porque:

a) Contribuye a la formación del pensamiento lógico a través de la resolución de problemas.

b) Mejora la calidad de vida de las personas.

c) Forma personas para la inserción científico–tecnológica.

d) Promueve el desarrollo intelectual.

e) Sirve de soporte para la aplicación en áreas experimentales.

f) Permite la exploración razonada y sistemática de los problemas del ambiente.

g) Explica complicaciones que tienen que ver con la naturaleza.

El currículo es una de las vías para que los estudiantes aprendan a aprender, adquirir estrategias, habilidades y capacidades que les permitan transformar, reelaborar, construir y reconstruir la información que perciben del contexto social y educativo.

Objetivos de las ciencias naturales

Los objetivos de esta área del conocimiento conllevan al desarrollo del pensamiento crítico, y competencias para aplicar la teoría en la práctica, relacionando el desarrollo humano integral, equitativo, sostenible, y que las actuaciones humanas sean amigables con la naturaleza y con la preservación de la vida en el planeta.

La propuesta es:

a. Teorizar el contexto natural, social, tecnológico a través del aprendizaje de las ciencias naturales.

b. Construir conciencia ambiental para que el estudiante sea parte activa y responsable con las actividades de la conversión o transformación de los recursos naturales en bienes, productos y servicios.

c. Argumentar éticamente un sistema de valores científicos y

tecnológicos, los que tienen implicaciones con la conservación de los recursos naturales.

d. Diferenciar los niveles de organización biológica según su estructura física y química.

e. Respetar a la naturaleza con actitud crítica frente a los delitos ambientales como agentes de cambio.

f. Aplicar los conocimientos teórico-prácticos para dar soluciones a los problemas relacionados con la vida.

g. Justificar la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad para asumir una actitud crítica, participativa frente a ellas y al avance científico.

h. Desarrollar destrezas, habilidades y competencias para la aplicación de técnicas e instrumentos de experimentación en el laboratorio como en el contexto natural y social.

i. Construir teorías acerca del mundo natural, social, tecnológico y científico.

j. Formular hipótesis derivadas de sus teorías y de las conclusiones de las investigaciones.

k. Diseñar experimentos que pongan a prueba sus hipótesis y teorías.

l. Desarrollar competencias básicas para la utilización de las fuentes de información con sentido crítico, sobre el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

m. Adquirir competencias en la infopedagogía para aplicarlas en el proceso de aprendizaje.

n. Valorar y respetar la diferencia de géneros y la igualdad de derechos y oportunidades.

o. Desarrollar el espíritu emprendedor, con iniciativa y sentido crítico, asumiendo responsabilidades.

Las ciencias naturales son importantes porque desde que apagamos la alarma del despertador por la mañana hasta que salimos de casa, tomamos decisiones sobre: higiene y alimentación, reciclaje (economía circular), tecnología, etc. En sociedades postindustriales, las personas conscientes o no, se ven apremiadas a poner en juego sus conocimientos, valores y

actitudes hacia la ciencia, la tecnología, el ambiente, la salud y la seguridad personal.

3.4. Enfoque Didáctico de las Ciencias

Nos interesa explicar el significado de integración curricular, pues es posible que algún estudiante se acerque a este texto esperando descubrir las conexiones entre asignaturas experimentales y como crear unidades temáticas. La integración curricular se interesa por la participación personal y social, a través del análisis de contenidos y metodologías en torno a problemas y cuestiones definidas de manera cooperativa entre docentes y estudiantes, sin considerar los límites que definen las disciplinas.

La metodología transdisciplinaria establece los problemas que se extraen del contexto tal como se presentan y experimentan. La integración curricular es aplicar el conocimiento a problemas que tienen importancia social. Al hacerlo, los límites entre las asignaturas desaparecen y el conocimiento se organiza en el contexto de interrogantes. De esta manera, el alcance y secuencia de los contenidos se determinan por las inquietudes que docentes y estudiantes han construido con los aportes de la investigación didáctica; porque tenemos derecho a aprender ciencias desde que ingresamos a la educación formal.

Aprendizaje interdisciplinario de las ciencias naturales

La idea es que los estudiantes aprendan ciencias de la misma manera que los científicos: investigando, preguntando, observando, tomando datos, realizando mediciones, analizando información actualizada y reconstruyendo experimentos, siendo este proceso un intento por integrar la información conocida. Se debe orientar el proceso a través del cual, los científicos piensan y hacen acerca del entorno donde trabajan, cómo analizan un problema en particular. Abogamos por el uso de este proceso

para que la educación científica llegue a las salas de clase, o al laboratorio natural y social.

Esta área del conocimiento administra el proceso de la investigación didáctica y el conjunto de estrategias del complejo: ¿cómo aprender?, ¿cómo enseñar ciencias? En la actualidad existe la tendencia de reconocer una didáctica experimental interdisciplinaria, que consiste en la ruptura de las disciplinas; a una integradora, que tiene como objeto de investigación el interobjeto que se enriquece de los resultados y relaciones dialécticas generales y específicas de las ciencias.

En la actualidad, la sociedad demanda profesionales cada vez más cualificados y capacitados para enfrentarse a nuevos retos, personas autónomas, capaces de conocer el acceso a las fuentes bibliográficas, saber qué buscar, por qué y para qué, donde está la información relevante. Asimismo, deben ser capaces de comprender y justificar los conocimientos adquiridos.

El trabajo consiste en integrar contenidos, metodología, recursos de las ciencias relacionándolas con otras, como matemática, física, biología, química, botánica, zoología, educación ambiental, ecología, economía, geografía, etc. Ejemplo: la biología estudia la vida en el planeta Tierra y se relaciona con:

a) La ecología, que estudia las influencias sociales políticas y económicas que tienen las actividades humanas en el ambiente.

b) La geografía, que estudia el desarrollo de la vida en las zonas climáticas.

c) La matemática, que cuantifica el número de especies que habitamos en el planeta.

d) La química, que estudia los elementos químicos del ADN de los seres vivos.

e) La botánica trabaja con las plantas y cómo estas ayudan a los seres vivos.

f) La economía, que valora los recursos de la naturaleza, ejemplo, la fertilidad del suelo.

g) La física, que estudia fenómenos como la temperatura ambiental, etc.

Entonces, las ciencias naturales se organizan sistemáticamente a partir de la observación, experimentación y razonamiento crítico presentes en las disciplinas experimentales. Experimentan procesos para alcanzar el aprendizaje auténtico. Es un campo de conocimientos teóricos-prácticos que estudia la naturaleza con la finalidad de descifrar teorías, leyes, principios y conceptos del contexto natural. Se encarga de distribuir y mantener organizada la información y el conocimiento sobre las especies que habitan en el planeta.

Desde nuestro particular punto vista, las ciencias desarrollan competencias cognoscitivas, como:

a) Aprender a conocer información científica de las ciencias.

b) Aprender a diseñar y realizar observaciones, experimentos vinculando la teoría-práctica.

c) Aprender a ser personas con valores (cuidado de la naturaleza).

d) Aprender a convivir, valorando la vida en el planeta Tierra.

Las ciencias naturales estimulan a que desarrollemos:

a) Curiosidad frente a fenómenos nuevos o inesperados.

b) Interés por el ambiente y su conservación.

c) Espíritu de iniciativa y de tenacidad para proponer alternativas de solución a los problemas del contexto.

d) Confianza en sí mismos.

e) Espíritu crítico frente a un problema social.

f) Flexibilidad intelectual para aceptar y procesar críticas a los trabajos presentados.

g) Rigor científico de la presentación de informes de investigaciones realizadas.

h) Manejar el cambio, innovación para enfrentarse a situaciones problemáticas.

i) Aprecio por la investigación interdisciplinaria.

j) El respeto por las opiniones ajenas, la argumentación en la discusión de ideas y la adopción de posturas en un ambiente tolerante y democrático.

Las ciencias naturales invitan a cuidar el ambiente a través de:

a) La reutilización de productos orgánicos. Ejemplo, en lombricultura, compostaje.
b) Valorar la utilidad de plantas y animales para las personas y el ambiente.
c) Pensar en lo necesario para vivir y no en lo intrascendente.
d) Ser amables con los recursos de la naturaleza (árboles, agua, suelo, aire).
e) Respetar los derechos de la naturaleza. No talar los árboles.

Las ciencias naturales requieren de procesos sistémicos para buscar las relaciones entre ellas; sustentados en la pedagogía científica, en la observación, la experiencia, ante todo en la investigación didáctica.

Tabla 3

Práctica del conocimiento experimental

TEORÍA	PRÁCTICA
Leer información comprensivamente	Experiméntala
Compara con otras fuentes	Conceptualízala
Ordena la información	Resuelve problemas del contexto

Analiza y sintetiza	Aplica en la resolución de problemas
La información sintetizada organízala en organizadores gráficos	Presenta para iniciar un debate de ideas
Construye conceptos y teorías	Reflexionando, creando conocimiento
Investiga para la resolución de problemas	Aporta nuevas alternativas

Fuente: autoría propia.

Tabla 4

Aprendizaje de ciencias naturales

PROCESO	PREGUNTAS CLAVE
Elección y motivación por el problema.	¿Qué sabemos?, ¿qué queremos saber?
Planificación	¿Qué tenemos que hacer para investigarlo?
Trabajar en equipo	Asumiendo responsabilidades en la planificación y realización de las actividades experimentales.
Desarrollo	Actividades que desarrollen una capacidad crítica.
Experimentación	Vincula los conocimientos teóricos y prácticos.
Fomenta la interdisciplinariedad	Diseña de un planteo que resuelva el problema de forma ingeniosa y creativa integrando varias ciencias.
Afianzar la comunicación oral y escrita	Emplea correctamente el vocabulario científico y tecnológico.
Evaluación	Qué resultados hemos obtenido.

Fuente: autoría propia.

Los objetivos del proceso de aprendizaje de las ciencias son: el desarrollo de destrezas, habilidades y competencias; tales objetivos surgen de la exploración didáctica orientados a ejemplificar actividades como:

El trabajo experimental requiere:

a) Observar cómo se encuentran los problemas en la naturaleza, a través de los órganos sensoriales.

b) Inducción, obtener información de los fenómenos analizados.

c) Plantearse preguntas luego de la recolección de información.

Experimentación: la pregunta inicial orienta la investigación, para probarla o refutarla.

d) Conclusiones: explica los resultados obtenidos luego del trabajo realizado.

3.5. Didáctica de Ciencias Naturales

Esta área del conocimiento se relaciona con los interobjetos de la naturaleza, analizados como saberes sistematizados que permiten potenciar la educación científica en contextos diferenciados. Para este propósito se requiere de metodologías interdisciplinarias, porque aprender ciencias no es sentarse en clase, escuchar al profesor y memorizar conceptos asociados a la asignatura para repetirlos. Según Estrada (2018), «los estudiantes deben ser capaces de hablar y escribir de lo que están aprendiendo y relacionarlo con otras experiencias de las disciplinas». El aprendizaje es involucrarse en actividades que les obligue a pensar y comentar acerca de la información presentada; analizando, sintetizando y discutiendo preguntas orales o escritas relacionados a los avances científicos y tecnológicos como: la radioactividad, las partículas atómicas; la mecánica cuántica, los electrones; la electrónica; los viajes espaciales; la computación, la cibernética, la información por satélite, la genética, la biología molecular, la clonación, el genoma humano, que han demostrado el avance vertiginoso de la ciencia. Ante la situación planteada, los contenidos deben ser seleccionados con

carácter experimental y los métodos de aprendizaje transdisciplinarios. Justificamos este propósito reflexionando cuestiones vinculadas a sus características, y la posibilidad de ser considerada como disciplina científica en proceso de consolidación.

La didáctica de las ciencias naturales como conocimiento disciplinar se estructura en los años 50, cuando la investigación y la experimentación es impulsada por los países anglosajones, allí se observa el desarrollo científico y tecnológico. En este tiempo, Estados Unidos propuso diseños curriculares nuevos sobre la base de «proyectos», verdaderos «paquetes instruccionales», con metas para estudiantes y docentes; guías experimentales, películas, materiales de laboratorio, evaluaciones, etc., intentando nuevos enfoques didácticos para superar la enseñanza tradicional y enciclopédica.

En este contexto, la clasificación de las disciplinas se realiza en ciencias consolidadas «las experimentales», y las jóvenes, «las sociales». Desde nuestro particular punto de vista, es posible incluir a la didáctica de las ciencias en el segundo grupo, indicando que está en proceso de consolidación. En el simposio de ciencias, Arteaga, Armada y Del Sol (2016) señalan que en la Didáctica de las Ciencias Naturales se destacan elementos esenciales de esas transformaciones, como:

a. Enfoques cada vez más humanistas de las ciencias, que contribuyen a la formación de una cultura general y atención a los problemas éticos del desarrollo científico-tecnológico.
b. «Núcleo de problemas, conceptos, ideas, leyes y principios, comunes a la ciencia y la tecnología», que son la base para el trabajo transdisciplinario y la integración de saberes a la cultura científica y social.
c. Métodos y modos de pensar y actuar, características de la actividad científica-investigativa contemporánea.

d. «Actitud crítica, reflexiva, responsable, transformadora y solidaria», de los problemas sociales y de su contexto.

e. «Vía de cambio de ideas entre académicos de las instituciones educativas» como estrategia de perfeccionamiento del trabajo pedagógico.

Otras características son:

a) Responden a problemas específicos, conceptuales y prácticos.

b) Determinan la existencia de una comunidad crítica.

c) Identifican ideas, metas y objetivos sobre las disciplinas experimentales.

d) Proponen metodologías, estrategias y procedimientos didácticos.

La didáctica, como acción integradora e incluyente, construye instrumentos pedagógicos para enfrentar con éxito la tarea en los escenarios de aprendizaje, que estructurados armónicamente den lugar a un mosaico de ideas, que en términos metodológicos se considere como una didáctica de lo artístico. Es una propuesta del ser, hacer y saber hacer, que sitúa a estudiantes y docentes en posturas diferentes al tradicional, expresadas en tres momentos:

a. La transformación de los procesos didácticos tradicionales a escenarios de aprendizaje, donde los estudiantes son protagonistas de una forma diferente de hacer ciencia.

b. Integración del conocimiento para el desarrollo de la ciencia experimental.

c. Lo emocional para que el docente desarrolle la didáctica integrada y reconstruida de lo tradicional, a lo lúdico, contextualizada experimentalmente.

En esta área del conocimiento, interviene directamente el docente en la reconstrucción del saber experimental, con enfoque transdisciplinario,

evidenciando lo que hace a través de la emoción y la sorpresa, como suceso importante visible para que la información se transforme en conocimiento. Entonces, ¿aprender y enseñar ciencias valdrá la pena?, sí, pero exigen desafíos, estrategias y oportunidades para la curiosidad de los aprendices. El proceso de asimilación de las ciencias tiene entre sus objetivos esenciales el desarrollo de destrezas, habilidades y competencias en el sistema educativo; surgen de la investigación didáctica, orientados a ejemplificar actividades, como:

¿Dónde investigar?	En la geografía de las regiones naturales, del país, etc.
¿Qué investigar?	La extinción de las especies.
¿Cómo investigar?	Revisión bibliográfica y estadística del país y del mundo.
Para qué investigar?	Para realizar planes de cuidado y protección.
¿Qué resultados obtener?	Identificar especies en peligro de extinción.

Para el estudio de las ciencias sugerimos el siguiente proceso:

a) Observar fenómenos como se encuentran en la naturaleza, a través de los sentidos.

b) Inducción, obtener información de los fenómenos analizados.

c) Plantearse preguntas luego de la recolección de información.

d) Experimentación, a partir de la pregunta inicial orientar la investigación, realizar observaciones para probarla o refutarla.

e) Conclusiones, explicar los resultados luego de la experimentación o el análisis de la información a las que se llegó luego del trabajo realizado.

El aprendizaje experimental se interesa por una metodología de resolución de problemas, la participación y en el desarrollo del estudiante en actividades de observación de objetos y procesos naturales «en vivo», y la experimentación con el objetivo de que piensen, analicen, sinteticen y discutan la información con los diálogos socráticos, como: la verdad; examinando cuidadosamente la información, para que tomen conciencia de sus procesos cognoscitivos y de las estrategias mentales que va desarrollando con autonomía.

Retos del aprendizaje de ciencias

La investigación-didáctica tiene como eje las hipótesis constructivistas de la psicología cognitiva, desde la óptica del aprender haciendo–investigando-reflexionando, sustentado en el enfoque histórico–cultural de Vygotsky. Hacer ciencia en la escuela con esta visión es hacer que los conocimientos sean sólidos, como dijo Martí: «No se sabe bien, sino lo que se descubre». Entonces, ¿Para qué enseñar y aprender ciencias?, entre otras ideas, tenemos:

a. Las ciencias naturales propician estrategias pedagógicas para «aprender a aprender, aprender a conocer, aprender a ser y aprender a sentir».

b. Desarrolla competencias, habilidades y destrezas, como: la observación, análisis, descripción, clasificación, planteamiento de problemas, hipótesis, comprobación, organización de conclusiones, entre otras.

c. Aprender ciencias no es vincular teoría-práctica o conocer los adelantos científicos, es valorar los contenidos, conocer la esencia de sus nexos y relaciones entre con los interobjetos de las disciplinas de estudio, fenómenos y procesos; considerar aspectos éticos que acompañan a los descubrimientos científicos y crear un compromiso social.

d. Las ciencias deben formar valores en los estudiantes de compromiso en transformar creativamente su contexto de vida con el apoyo de la tecnología.

e. Las ciencias experimentales motivan a los estudiantes, a que desarrollen la curiosidad frente a un fenómeno o problemas inesperados.

f. El interés por el ambiente, su conservación con iniciativa y tenacidad.

g. Confianza en sí mismo para cuidar de su cuerpo.

h. Saber crítico, frente a una «verdad incuestionable».

i. Flexibilidad intelectual para aceptar otros puntos de vista, valorando el rigor metódico de la investigación.

j. La habilidad para manejar el cambio, enfrentándose a situaciones cambiantes y problémicas.

k. Valorar la investigación en equipo, desarrollando una cultura científica que garantice el desarrollo de habilidades para la búsqueda de información, utilización de la tecnología, responsabilidad económica, la producción científica, y las formas de protección de la propiedad intelectual.

l. Respetar las opiniones ajenas, la argumentación en la discusión de ideas y la adopción de posturas propias en un ambiente tolerante y democrático.

m. Adquirir competencias para relacionarse con su entorno, con el mundo del trabajo y de la producción intelectual.

n. Las ciencias naturales integran conocimientos interdisciplinarios, multidisciplinarios y trandisciplinarios para trabajar en equipos, respetando la individualidad y potenciando a los estudiantes.

o. Forma a personas para vivir en la globalización planetaria compartiendo saberes y respetando los ecosistemas de ideas válidas para la vida.

Perspectivas del aprendizaje de ciencias

El aprendizaje de esta área del conocimiento exige cambio de paradigmas, para profundizar en el modelo experimental, y aplicar estrategias

metodológicas transdisciplinares para justificar el conocimiento que construimos. A juicio de los autores, el paradigma de la complejidad, integra el conocimiento en forma de mosaico de ideas, como eje metodológico de la transformación de la educación que proponemos.

Entre otras estrategias implica las siguientes:

a. El aprendizaje es responsabilidad del estudiante a través de la educación crítica-reflexiva, utilizando métodos y procedimientos creativos, vinculando el contenido con la vida.

b. Motivación para «aprender a construir ciencia», a investigar para ofrecer alternativas de solución a los problemas del contexto y comprender, cuando más me actualizo, más pronto me desactualizo. ¿Por qué?

c. Actividad reflexiva, que permite al estudiante operar con el conocimiento, y establecer nexos con otras disciplinas.

d. Centra el aprendizaje en el estudiante; se trata de que investigue reflexivamente la información que no posee, y que se concientice sobre lo que necesita saber, qué le falta por conocer.

e. Hacer del entorno un escenario especializado para hacer ciencia y aprender ciencia, estructurando los contenidos al contexto dónde vive.

f. Iniciar las actividades pedagógicas con el planteamiento de problemas abiertos, elaborados a partir del entorno social y natural, con el propósito, que se interese por la búsqueda del conocimiento.

g. Desarrollar procedimientos para la indagación, utilizando estrategias investigativas que faciliten la actuación independiente y su auto-orientación al proceso.

h. Elaborar propuestas de trabajo que ejerciten el análisis, síntesis, comparación, abstracción y generalización en la formación de procesos de pensamiento lógico.

i. Llevar al estudiante al plantear problemas y proponer soluciones, creando contradicciones entre lo conocido y desconocido, despertando su interés por encontrar las respuestas, plantear hipótesis y realizar experimentos que le permita comprobarlas y profundizar en el conocimiento.

j. Diseñar actividades experimentales, para construir conocimientos interdisciplinares.

k. Propiciar el análisis reflexivo de significados y formas de presentación de los contenidos, estableciendo relaciones entre disciplinas, seleccionando métodos para resolución de problemas, dando oportunidad para que elaboren y expliquen sus procedimientos y conclusiones.

l. Elaborar tareas para que los estudiantes exploren interobjetos, fenómenos, procesos para hacer inferencias y explicaciones.

m. Resolver problemas de la ciencia en la vida.

3.6. Aproximación a la Didáctica de Física y Química

Aproximaciones didácticas para el aprendizaje de Física

En las concepciones de las ciencias, la investigación-acción es una estrategia para abordar la información de la física y la química desde una visión constructivista, porque es de naturaleza práctica y analítica. Según Grisolía (2007),

…habitualmente esta se aborda desde una manera en la que los estudiantes deben de resolver operaciones matemáticas, y analogías, desarrollo de ecuaciones y habilidades lógico-matemáticas los cuales son el origen de dificultad para entender la materia. Además, no se logra concretar el hecho de que se relacione un adecuado análisis y discusión de resultados

experimentales con hechos de la vida real y que permitan una adecuada comprensión del tema, dando por resultado una simple repetición de conceptos obtenidos de la teoría (p.163).

Desde el paradigma cartesiano positivista el docente de estas ciencias se caracteriza por:

a. Realizar diagnósticos al inicio de la actividad pedagógica para evaluar el dominio de las instrucciones matemáticas y determinar en qué temas se debe hacer énfasis.

b. Los estudiantes con apoyo del profesor resuelven ejercicios.

c. Los estudiantes resuelven problemas fragmentados de otros autores, sin voluntad para abordar otras disciplinas.

d. Se realizan actividades prácticas reproductivas en el laboratorio, en ellas se realizan preguntas relacionadas con conceptos memorísticos.

e. Se dedica un tiempo a la discusión en las clases posteriores; se comparan y explican los resultados, y la forma de resolverlos, se mejora la participación crítica de los estudiantes.

La propuesta permite observar el abordaje de la asignatura desde varias perspectivas, intenta que los estudiantes sean reflexivos de lo que aprenden. Propone estrategias que se pueden considerar válidas, como las evaluaciones diagnósticas y la resolución de ejercicios con el propósito de dotar a los estudiantes competencias efectivas para el dominio de los problemas planteados.

En este contexto, las actividades son investigaciones curriculares; donde se plantean estrategias de comprensión, adquiridas y creadas para superar las dificultades encontradas con respecto a los datos obtenidos. En este proceso, el modelo basado en competencias es una propuesta pedagógica-didáctica contribuyen al desarrollo de saberes auténticos, de la que se desprenden las teorías psicopedagógicas. Es hacer comprendiendo la realidad, es decir, crear un aprendizaje auténtico.

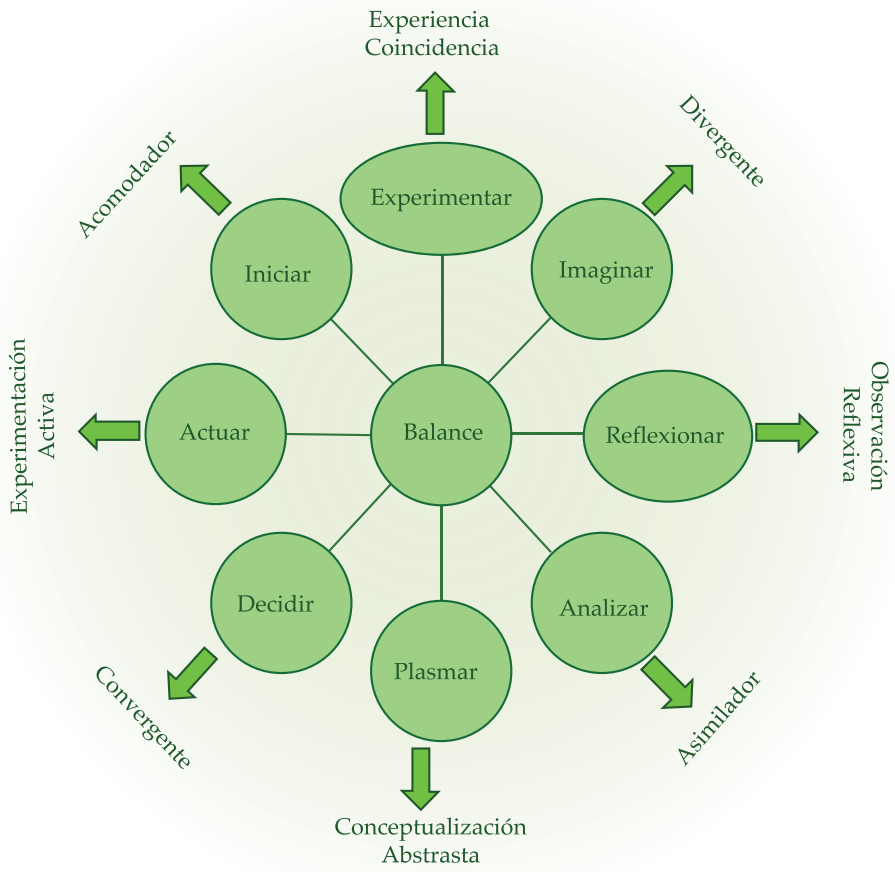


Figura 4. Aprendizaje reflexivo. **Fuente:** autoría propia.

Las características del aprendizaje por competencias de física, son:

a. Es accesible, porque permite la retroalimentación de quienes se encuentran inmersos en el proceso.

b. Es flexible, se puede adaptar al proceso de formación y de la evolución de los aprendizajes.

c. Es dinámico, al ser abierto y flexible permite que la propuesta evolucione de manera continua.

d. Evidencia, procesos y estrategias de responsabilidad que se deben ser desarrolladas por el estudiante, adquiriendo, controlando y organizando métodos de estudio que le permitan aprender de forma

productiva y no reproductiva, potenciando su autonomía y tomando decisiones conscientes de su aprendizaje y responder por él.

e. El docente es guía que orienta la innovación y la aplicación del conocimiento.

En este camino se utilizan las tecnologías para desarrollar investigación pedagógica, como los laboratorios virtuales que simulan el comportamiento y propiedades del objeto y los elementos que interactúan con él en el aprendizaje de física y química.

Aproximaciones didácticas para el aprendizaje de la química

El compromiso de la educación científica desafía al cambio de época en los docentes. Parafraseando a William Allin, esta «no es la respuesta a la consulta»; es la estrategia para encontrar las respuestas a todas las interrogantes que están por hacerse.

En esta línea de pensamiento, la química recreativa es la estrategia para encontrar el motivo para aprenderla, se relaciona con el concepto de que las personas somos creativas. Poseemos competencias para reconfigurar el aprendizaje contextualizando la realidad. Propone novedosos problemas, inventando formas de observación con el interobjeto de estudio e investigando para construir conocimiento.

Los químicos no necesariamente son más inteligentes, más bien, se inclinan por la educación científica, la práctica experimental y la voluntad para desarrollar la capacidad y actitud personal con libertad. Tienen apertura para tomar estímulos del ambiente. Paciencia a las diferencias sociales, conceptuales, étnicas e ideológicas. En investigación, interrogan la realidad. Exploran alternativas, flexibilidad para aceptar el riesgo, el error, y con las emociones y sentimientos personales.

En el aprendizaje de química se toma como horizonte epistemológico al constructivismo, eje de la actividad pedagógica; el docente es el facilitador dotando al estudiante de estrategias propias para que desarrolle las competencias que le facilite la construcción de indicadores experimentales como: originalidad, iniciativa, claridad, diferencia, flexibilidad, pasión, elaboración, autoestima, motivo, independencia, pensar técnico, innovación, invención y racionalización.

Las actividades experimentales desarrollan destrezas, incentivan la curiosidad para que formen parte del descubrimiento y la comprensión de fenómenos naturales o provocados desde la perspectiva científica. El análisis sistémico se centra con los interobjetos, representando; interpretando, diseñados proyectos, experimentos e investigaciones. En este proceso, los estudiantes y docentes toman decisiones informadas para el cuidado del ambiente, la promoción de la salud, la cultura de la prevención, con participación activa de los colectivos pedagógicos, colaborando, evaluando y argumentando los resultados observados.

El propósito de enseñar y aprender química es desarrollar competencias para comprender la naturaleza de su contexto, y potencializarle las científicas que la tienen. El objetivo no es formar gente que vaya a dedicar el resto de su vida a cuestiones científicas, lo cual no está mal, el propósito principal es formar profesionales con visión holística, integrales, con habilidades de pensamiento crítico, cuestionadores-reflexivos a través de la investigación formativa de las causas y efectos que generan los problemas que afectan a la vida. Estas características permitirán al estudiante desarrollar una actitud científica y convertirse en entes reflexivos, críticos y analíticos, capaces de utilizar metodología inter y transdisciplinaria para realizar indagaciones a través de la experiencia y la experimentación.

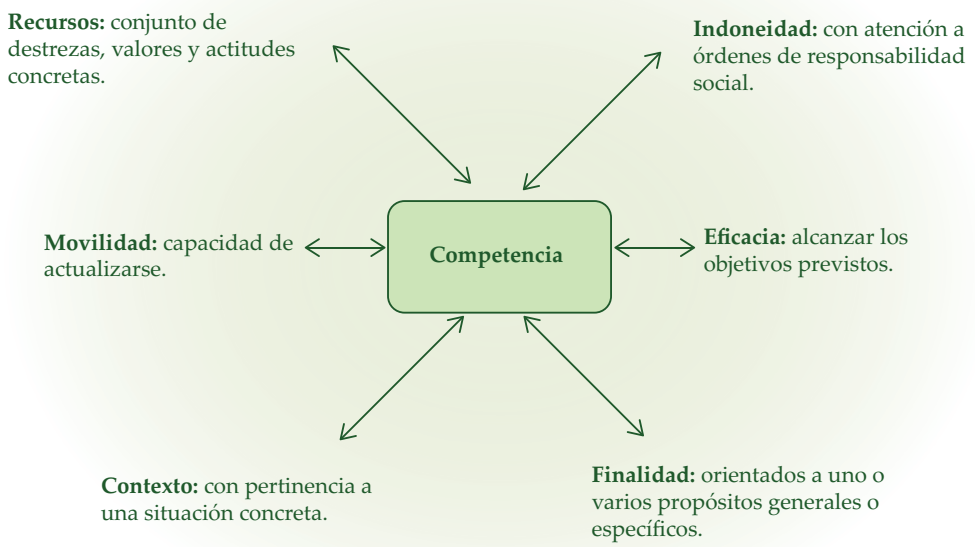

Recursos: conjunto de destrezas, valores y actitudes concretas.
Indoneidad: con atención a órdenes de responsabilidad social.
Movilidad: capacidad de actualizarse.
Competencia
Eficacia: alcanzar los objetivos previstos.
Contexto: con pertinencia a una situación concreta.
Finalidad: orientados a uno o varios propósitos generales o específicos.

Figura **5.** Componentes de una competencia. **Fuente:** autoría propia.

Competencias generales:

a) Analiza los principios, teorías, metodologías, aplicaciones y características de la química: inorgánica, orgánica, analítica, física-química comprendiendo la física y matemática.

b) Interpreta datos, información científica y resultados relevantes para proponer conclusiones y emitir informes razonados de problemas científicos, tecnológicos que requiera la educación científica.

c) Aplica la vinculación teoría-práctica en los diferentes contextos de la química.

d) Comunicación oral y escrita, los procedimientos y resultados de la investigación en la química, a nivel experto como no especializado.

e) Adquiere estrategias interdisciplinarias de las disciplinas científicas.

Competencias específicas:

a) Utiliza la terminología química, nomenclatura, unidades y magnitudes.

b) Deduce las propiedades de los elementos químicos según la tabla periódica.

c) Manipula con seguridad y responsabilidad medioambiental los productos químicos.

d) Identifica los elementos químicos y sus compuestos, sus formas de obtención, estructura, propiedades y reactividad, así como las principales técnicas para su análisis.

e) Conoce la distribución de los compuestos químicos, incluyendo la estequiometría como las técnicas de investigación.

f) Relaciona las propiedades macroscópicas con las de átomos, moléculas y compuestos químicos no moleculares.

g) Comprende la cinética del cambio químico, incluyendo la catálisis y las unidades de reacción.

h) Comprende las características del equilibrio químico.

i) Comprende las operaciones básicas y los procesos unitarios de la industria química.

j) Comprende la química de los principales procesos biológicos.

k) Manipula la instrumentación química para elaborar y gestionar procedimientos normalizados de trabajo en el laboratorio.

l) Planifica, diseña y desarrolla proyectos experimentales en el área de conocimiento.

m) Relaciona las especialidades de la química con otras (carácter transdisciplinar).

Competencias transversales:

a) Domina la infopedagogía (TIC).

b) Correcta comunicación oral y escrita.

c) Compromiso ético y deontología profesional. (Rama y Chan, 2017).

d) Organiza y planifica la actividad pedagógica.

e) Capacidad para decidir sobre la utilidad práctica de las ciencias experimentales.

f) Competencias para trabajar en equipo, ejercer liderazgo, fomentando el carácter emprendedor.

g) Habilidad en las relaciones interpersonales.

h) Justifica la utilización de softwares específicos para química a nivel de usuario.

i) Obtiene información bibliográfica, incluyendo recursos en la Internet.

3.7. Enfoques de Aprendizaje de Ciencias

Tabla 5

Enfoques pedagógicos

Enfoques	Principales referentes
Siglo XIX	Aristóteles. Teoría de la disciplina mental: humanista y teísta. Rousseau: teoría del desenvolvimiento natural. Herbart: teoría de la apercepción o herbartianismo.
Asociacionista	Palo: condicionamiento clásico. Watson: ley de frecuencia. Guthrie: ley de contigüidad. Thorndike: ley del efecto. Hull: intencionalidad / fuerza del hábito. Skinner: condicionamiento operante.

Imitación	Instintivitas Lorenz: modelo etológico Freud: psicoanalítico
Cognitivista	Ambientalistas: Bandura: contigüidad / mediación Tolman: cognitivismo conductista
	Wertheimer Koffka Gestalt Lewin Khöler
	Anderson: modelo de tipo computacional Woolfolk y McCune: tratamiento de la información
Constructivista	Vygotsky: zona de desarrollo próximo Piaget: desarrollo del pensamiento lógico Inhelder: diferencias individuales en el desarrollo Perret-Clemont: conflicto sociocognitivo Wallon: pensamiento categorial Brunner: aprendizaje por descubrimiento Ausubel: aprendizaje significativo Otros autores: Coll, Newman, Griffin, Titone
Resolución de problemas	Gagne: dominios de aprendizaje Simón: teoría de expertos Feurstein: enriquecimiento instrumental Lipman: filosofía para niños Papert: lenguaje logo

Fuente: Estrada (2014). Teorías contemporáneas de aprendizaje.

En el currículo vigente no se observa la aplicación del conocimiento y el proceso de formación de competencias; se deja a la improvisación o a la espontaneidad; en otros casos se descuida la formación de habilidades, destrezas con criterio de desempeño. Se aprecia la influencia del conductismo y de la pedagogía experimentalista, con inclinación al «método científico», en los últimos años a concepciones «constructivistas». Sin duda, un modelo es una conducta de acción desde el cual miramos la educación científica, lo comprendemos, interpretamos e intervenimos

sobre ella. Permite identificar problemas e investigarlos desde parámetros comunes y las posibles soluciones. Es un patrón que debe seguir una determinada acción pedagógica. Dan respuestas a preguntas que inquietan al docente. Señalan rutas para decidir: qué enseñar, para qué, cómo, cuándo, por qué, qué se debe evaluar y para qué. Se desarrolla con el fin de mejorar la formación del estudiante, actúan como agentes de cambio en la estructura del aprendizaje, son guías para el desarrollo de las actividades de la formación profesional.

Un modelo es un principio, teoría de una determinada área del conocimiento, sirve de referencia para futuras investigaciones. Según Kuhn (1922-1996), los paradigmas son: «Logros científicos que generan modelos durante períodos más o menos largos, y explícitos, orientan el desarrollo de las investigaciones exclusivamente en la búsqueda de soluciones para los problemas planteados por estas».

Figura 6. Características del aprendizaje activo. **Fuente:** autoría propia.

Los modelos didácticos se caracterizan por la facilitación de la comprensión de la teoría simplificada, mostrando lo importante de ellas. La función, desde nuestro particular punto de vista, es:

a. Contribuyen a la comprensión y explicación de: teorías, leyes, principios, conceptos a ser compartidos en el proceso de aprendizaje.

b. Permiten la predicción de los resultados y señalan rutas metodológicas para comprobarlas.

c. Proporcionan información válida de la importancia de la educación científica en la formación científica de las personas, cumpliendo así con el ideal de la ciencia.

d. Las teorías pueden someterse a comprobaciones empíricas con mayor facilidad.

Desde esta perspectiva nos interesa conocer:

a. ¿Qué quiere decir que un docente conoce el área en la que trabaja?

b. ¿Qué y cómo deben aprender los estudiantes la información científica que existe en ellas?

c. ¿Cómo sabe que aprenden ciencia los estudiantes?

d. ¿Cómo evaluar esos aprendizajes?

3.8. Principios Didácticos en el Aprendizaje Experimental

Los principios didácticos son guías para el docente, son sistemas de trabajo que cumplen la función metodológica al momento de analizar y explicar los interobjetos de aprendizaje. Esclarecen las estrategias propuestas por el docente. Determinan la secuencia y las rutas didácticas para alcanzar los propósitos de la educación científica. Determinan la actividad docente en la planificación y gestión pedagógica, organizando la información en unidades didácticas, sesiones de clase, selección de recursos y en el diseño de los instrumentos y técnicas de los resultados de evaluación.

También, permiten al docente dirigir científicamente el desarrollo del proceso de aprendizaje, considerando la personalidad de los estudiantes y observando sus estilos de aprendizaje, en contextos propios para la comunicación y la socialización del aprender ciencias.

Desde estas consideraciones, exponemos principios didácticos que constituyen guía para el docente:

a. La cientificidad del proceso de aprendizaje.
b. La sistematización de la información.
c. La vinculación de la teoría con la práctica.
d. La vinculación de lo concreto y lo abstracto.
e. La asequibilidad de la información.
f. La solidez de los conocimientos.
g. El trabajo creativo, activo e independiente.

En esta área del conocimiento los principios didácticos tienen un carácter de sistema porque se determinan y se complementan entre sí: la vinculación teoría-práctica, lo concreto con lo abstracto, y estos con la asequibilidad del conocimiento. Desde las ciencias, analizamos la relación del principio de cientificidad, práctica-teoría y sistematicidad de la información.

Principio de cientificidad

Sugiere que el proceso pedagógico debe estructurarse sobre la base de lo avanzado de la ciencia. Da respuesta a la educación científica que reclama la sociedad, responde a intereses y necesidades del contexto y propone soluciones de manera científica. Posibilita también el análisis de hechos y problemas de la naturaleza, considerando el nivel de desarrollo de la ciencia, tecnología y sociedad (CTS). De manera que el estudio así enfocado arroje claridad acerca del desarrollo social.

Recomendaciones para la aplicación del principio:

a) Ofrece diferentes enfoques a los contenidos, lo que posibilita el interaprendizaje.

b) Desarrolla el proceso a partir de las ciencias (pedagógicas, psicológicas y didácticas).

c) Promueve la reflexión de los problemas de la ciencia-tecnología-sociedad y su repercusión.

d) Adaptación sistemática del currículo de acuerdo con las exigencias de la sociedad.

e) Propone estrategias didácticas para que el estudiante sea el centro de atención, formándole creativamente, desarrollando actitudes investigativas y críticas, dotándole de la metodología para la solución de problemas del contexto.

f) Clarifica el contenido, valores, competencias, habilidades cognoscitivas, actitudes y aptitudes frente a la educación científica que constituyen la base de la formación del docente de ciencias.

Articulación de la práctica-teoría

Desde el modelo pedagógico-didáctico se reconoce a la experimentación como problema de aprendizaje práctico-teórico y se destaca su influencia en las ciencias experimentales. Desde esta mirada, plantearnos algunas interrogantes: ¿Cuál es el nivel de vinculación entre la práctica y la teoría?, ¿explotamos las vías sensoriales y creativas para su realización?, ¿es pertinente el nivel de exigencia para su ejecución?, ¿están actualizados los experimentos que presentan los docentes?, ¿los estudiantes simulan a los científicos en las prácticas experimentales?, ¿los resultados obtenidos tienen la eficiencia requerida?, ¿la evaluación se realiza a través de rúbricas experimentales?, ¿las prácticas experimentales promueven la investigación interdisciplinariamente?

Este principio plantea las siguientes tareas:

a) Aplicar los sustentos teóricos de las disciplinas interdisciplinariamente para la formación profesional.

b) Determinar las relaciones de la práctica y la teoría en su actividad pedagógica futura.

c) Establecer vínculos entre la teoría y la práctica.

d) Enriquecer la relación práctica-teoría con la investigación pedagógica.

e) Vincular el desarrollo de la ciencia, la técnica y la producción del conocimiento.

f) Valorar experimentación como base para la elaboración de conclusiones.

g) Comprobar el contenido a través de la práctica como criterio de veracidad. Es decir, el conocimiento adquirido, contrastado con la bibliografía, para proponer actividades prácticas o teóricas.

Proponemos las actividades siguientes:

a) Concientiza a los docentes para que los contenidos científicos de los sílabos tengan incidencia en el ejercicio de la profesión.

b) Integra las asignaturas con perfil docente. Hace del estudiante una metodología, en su área de conocimiento, a través del dominio teórico y práctico.

c) Desarrolla competencia de la asignatura sobre la base del conocimiento del ámbito laboral donde trabajará el egresado.

d) Ejemplifica y explica las aplicaciones prácticas, lo que contribuye en la orientación profesional.

e) Estructura actividades prácticas sobre la base de la teoría correspondiente.

f) Fundamenta teóricamente la práctica, discute los resultados.

g) Exige interdisciplinaridad las generalizaciones en las asignaturas.

h) Exige la práctica reflexiva para enriquecer la teoría y la práctica.

Principio de sistematización del conocimiento

Comprende la compleja tarea de formar docentes con la metodología transdisciplinaria, como: filosóficos, psicológicos, pedagógicos, didácticos en la especialidad; como la investigación y la gestión académica para que apliquen en el ejercicio profesional. Significa considerar el enfoque de sistema, revelando los nexos que existe entre fenómenos naturales o provocados, como objeto de análisis y aprendizaje.

En relación con el análisis, plantearnos algunas interrogantes:
¿Revelan la lógica interna de los conocimientos que se exhiben a los estudiantes?, ¿se presta atención a las competencias, habilidades, destrezas y convicciones en la formación docente?, ¿qué metodologías utilizan para establecer la vinculación con los interobjetos de estudio?, ¿de qué forma se vinculan estos con otros?

El proceso de aprendizaje es un sistema de elementos, como: objetivos, contenidos, estrategias de enseñanza y aprendizaje, formas, métodos, recursos; profundidad y amplitud del contenido, control de la asimilación, y la evaluación de los resultados del aprendizaje. En él no se destacan unos sobre otros, sino que se analizan de acuerdo con su complementariedad regulador-regulado. Condición del principio de cientificidad.

Entre otras actividades proponemos las siguientes:

a) Iniciar el estudio del perfil de profesional, estableciendo relaciones metodológicas entre: programas, asignatura, competencias, problema, tareas, y organización del proceso de aprendizaje.

b) Realizar investigaciones de carácter científico-metodológico que ayuden al cumplimiento de los objetivos del programa, del plan académico, de los semestres y de las disciplinas interdisciplinariamente.

c) Determinar las redes conceptuales, habilidades investigativas de las asignaturas.

d) Atender el trabajo metodológico e investigativo de los docentes y su relación, objetivo-contenido-método-recursos-evaluación.

e) Planificar las asignaturas como sistema de aprendizaje transdisciplinario.

f) Evidenciar las interrelaciones entre las áreas del conocimiento.

g) Coordinar con docentes de diferentes áreas del conocimiento, con el propósito de concretar el enfoque integrador de saberes.

Principio de articulación de lo concreto y lo abstracto

Sugiere, la lógica del proceso de asimilación de conocimientos, de lo singular a lo general y viceversa. Del todo a las partes y de las partes al todo. El fundamento, la comprensión es la «idea viva» del interobjeto de estudio. El punto de partida: la observación, el relato del conocimiento adquirido.

Fundamento de una idea viva:

a) Los estudiantes observan, analizan y discuten problemas directamente del contexto.

b) Explica hechos, que puede imaginar el estudiante, basado en un conocimiento científico y no científico. Ancestrales, desde la cosmovisión andina de saberes.

Principio de la asequibilidad del conocimiento

En lo pedagógico, da pautas para que el docente clarifique el interobjeto de estudio, los recursos didácticos que se utiliza en la formación profesional, facilita a los aprendices a percibir, analizar y procesar la información; la simplificación didáctica para conceptualizar y difundir la información; el

grado de dificultad y las estrategias para superarlas, y presentar en forma sistémica y progresiva la complejidad de los aprendizajes, considerando las capacidades intelectuales específicas del estudiante.

Principio de solidez de saberes

Orienta al docente estrategias metodológicas, investigativas y de evaluación de los resultados del aprendizaje para alcanzar una sólida asimilación de la información para el desarrollo de destrezas, habilidades, hábitos y competencias, identificando, así:

a) La preocupación sistemática, enérgica y permanente contra el olvido de los saberes.

b) La consolidación de los resultados en eslabones o etapas del proceso de aprendizaje.

c) El razonamiento, el análisis y la reflexión crítica debe prevalecer sobre la memoria.

Principio del trabajo creador, activo e independiente

Se expresa en el carácter dialógico del proceso, porque entrelaza elementos que expresan tendencias contradictorias de la relación didáctica del docente-estudiante:

a) La correlación entre el rol del docente y el trabajo independiente de los estudiantes.

b) La adquisición consciente versus adquisición formal del aprendizaje.

c) El carácter creador y la aplicación práctica del aprendizaje.

d) La motivación, intrínseca y extrínseca para la actividad y gestión pedagógica.

e) El proceso bilateral y contradictorio del proceso de aprendizaje.

3.9. El Aprendizaje Experimental

Se requiere académicos formados inter y transdisciplinarios para generar competencias científicas, pedagógicas, destrezas, habilidades en los niveles del sistema educativo. Que desarrollen procesos abiertos, flexibles, solidarios, democráticos y críticos, polivalente para hacer frente a una sociedad donde la palabra cambio es uno de los vocablos más frecuentes, donde el futuro es imprevisible. La transdisciplinariedad busca la confrontación de las disciplinas para articular datos e informaciones sobre el problema a investigar; que atraviesen y trasciendan su individualidad, formando conocimientos integrados en un todo.

Es necesario unificar criterios de significación y significado de los términos y constructos comunes de las disciplinas que tienen un similar objeto de estudios, con el fin de utilizar lenguajes únicos y universales, que facilite la comprensión del fenómeno de manera holística, sistémica, crítica e integral. Para el cumplimiento de este propósito, es necesario utilizar metodologías variadas para el abordaje de la realidad del contexto de actuación; estableciendo estrategias de acción que permitan el trabajo cooperativo y colaborativo, entre ellas la investigación-acción-participativa, el trabajo de campo, la planificación y ejecución de una evaluación comprensiva de los procesos, desarrolladora de las habilidades cognitivas–afectivas, cognitivas–motrices, investigativas, capacidad para presentar alternativas de solución de problemas y tomar decisiones acertadas de acuerdo con los procesos históricos, pedagógicos, interculturales, sociales, entre otros.

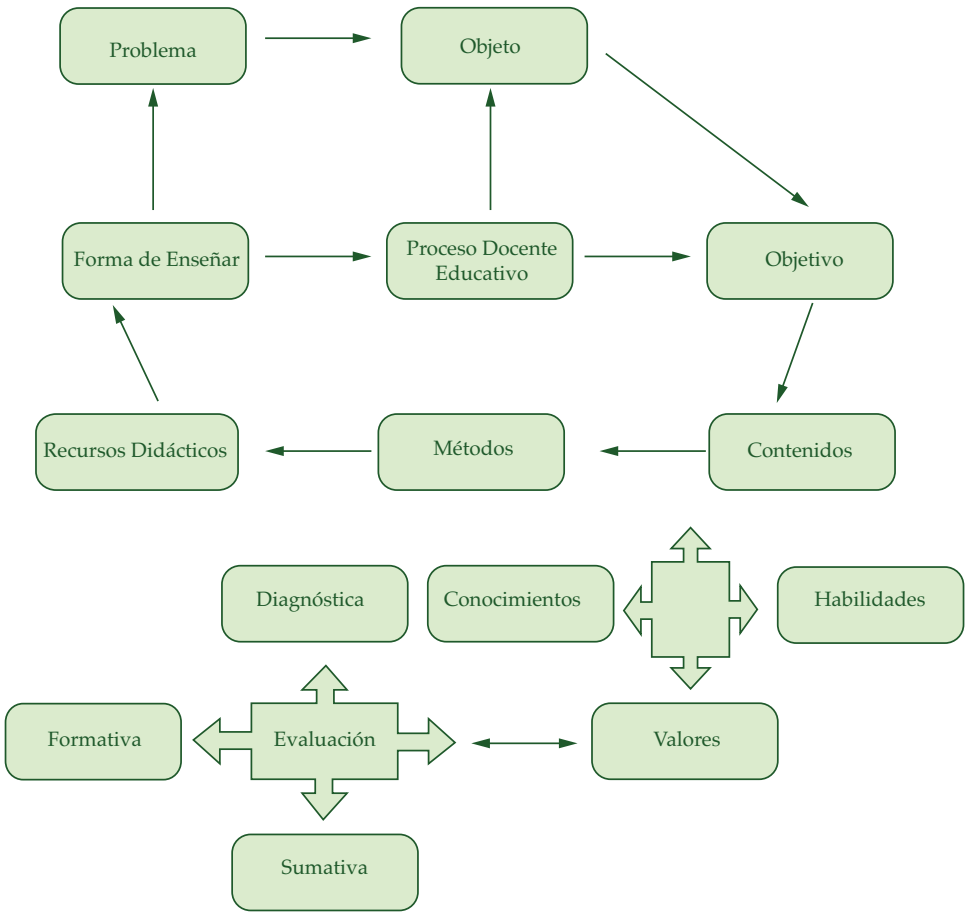


Figura 7. Proceso de aprendizaje experimental. **Fuente:** Estrada (2014). Teorías contemporáneas de aprendizaje.

Problema u objeto de aprendizaje

Está centrado en aprendizaje. Tiene una estructura de información externa, metadatos (datos que describen otros datos) compuesto por contenidos interdisciplinarios, metodología, (actividades de aprendizaje) y elementos contextualizados, que facilitan su comprensión, almacenamiento, procesamiento, identificación de las partes y del todo a la vez; recuperación, y aplicación en la resolución de problemas. Para lograr este objetivo, los contenidos no deben ser fragmentados en unidades independientes.

El objetivo, ¿para qué se aprende y enseña?

Describe la competencia que será adquirida en el desarrollo del proceso; especifican la tarea asignada. Es conveniente que se relacionen con los objetivos finales del curso o asignatura, de tal manera que contengan actividades para su desarrollo/evaluación.

Recomendaciones

i) Qué interobjetos de aprendizaje son importantes para que los aprendices demuestren que saben «lo dicen que saben» y que expliquen lo que saben hacer al final del curso.

j) Qué competencias, habilidades y destrezas deberían desarrollar y aplicar los alumnos en él o después del curso.

k) Cuando se problematice un objetivo se debe considerar que los estudiantes sean capaces de aplicar el contenido en la resolución de problemas.

l) Dominio afectivo de los objetivos (qué sentimientos y opiniones deberían desarrollarlos). Los objetivos son conocimientos que desarrollan competencias, aptitudes en los aprendices como resultado de un aprendizaje.

El contenido: ¿qué se aprende y enseña?

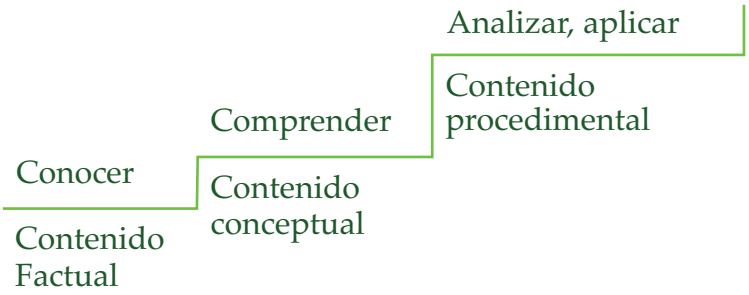


Figura 8. El contenido de aprendizaje. **Fuente:** Estrada (2014). Teorías contemporáneas de aprendizaje.

El contenido es observación del contexto, en la experiencia y en las generalizaciones de esa experiencia, sobre la base de la investigación formativa y propositiva. Prepara el camino para que hagan ciencia mediante la experiencia reflexiva y generalizaciones empíricas. Lleva a la ciencia a los estudiantes, organizándolos para que produzcan información. En este proceso, la función del docente es aplicar sistemáticamente la información (contenido), que presente con los interobjetos, facilitándoles nuevos objetos para que supere «casi sin auxilio las dificultades sucesivas en la formación profesional».

¿Qué son las habilidades?

Es conocimiento en acción, procesa información, es: atención, percepción, memoria y comprensión, analogías, entre otras. Son procesos de pensamiento que permiten la toma de decisiones, adquisición de conocimiento, la resolución de problemas, se reconoce tres procesos de pensamiento: la interpretación, argumentación y la aplicación. Las habilidades vinculan aspectos psicológicos y pedagógicos. Desde el punto de vista psicológico hablamos de acciones y operaciones, y desde lo pedagógico, dirigen la asimilación de la información. La acción es una unidad de análisis, se da cuando el individuo actúa, en acción y operación son relativos. En la formación de la habilidad, interviene como acción, en otra, se hace operación. Al proceso donde no existe coincidencia entre motivo y objetivo se denomina acción y cuando existe actividad, habilidad.

Tabla 6

Dominios esperados en ciencias

Preparación para el aprendizaje	Conoce y comprende las características de los estudiantes, y sus contextos, los contenidos interdisciplinares, los enfoques y procesos pedagógicos, con el propósito de la formación integral de las personas.
	Planifica en equipos interdisciplinarios para garantizar la coherencia de los aprendizajes, el uso de recursos y la evaluación de un proceso en permanente revisión.

Formación profesional	Crea un clima propicio de aprendizaje, convivencia, democracia y la vivencia de la diversidad, con el propósito de formar ciudadanos críticos e interculturales.
	Desarrolla el proceso de aprendizaje con idoneidad, dominando los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, con estrategias y recursos actualizados, para que los estudiantes asimilen la información de manera reflexiva y crítica.
	Evalúa permanentemente el aprendizaje de acuerdo con los objetivos institucionales.
Gestión y articulación comunitaria	Participa con actitud democrática, crítica y colaborativa en la gestión institucional.
	Establece relaciones de respeto, colaboración y corresponsabilidad con el contexto educativo.
Idoneidad docente	Desarrolla su práctica pedagógica, y desarrolla procesos de aprendizaje continuo.
	Ejerce la profesión con ética y respeto a los derechos fundamentales de las personas.

Fuente: Estrada (2014). Teorías contemporáneas de aprendizaje.

Metodología: ¿cómo se aprende y enseña?

Es procedimiento para analizar problemas en las diferentes áreas del conocimiento, para su resolución requiere de métodos, técnicas y procedimientos integrados. Se sustenta en la coherencia de la articulación de objetivos, métodos y estrategias metodológicas como vía para lograrlos; las formas de organización y los recursos deben ser seleccionados en relación de los contenidos, es decir, las competencias, habilidades, capacidades y valores; así como las formas de evaluación para comprobar la efectividad del proceso, considerando su carácter dinámico y sistémico.

¿Dónde y cuándo se desarrolla el proceso de aprendizaje? La forma

En su dimensión espacial, es la ubicación donde se desarrolla el proceso de aprendizaje. Aquí se establecen las relaciones docente-estudiante

y estudiante-estudiante, con métodos de aprendizaje para que los estudiantes se apropien del contenido y objetivos. En su dimensión espacial se clasifica atendiendo al número de participantes en el proceso y el nivel de acercamiento al conocimiento. En la formación profesional se puede adoptar distintas formas organizativas:

a) Conferencia,

b) seminario,

c) clase práctica,

d) prácticas de laboratorio,

e) aula invertida, y

f) visita guiada a parques ecológicos.

Los recursos didácticos o medios de enseñanza: ¿con qué enseñar y aprender?

Son componentes operacionales del proceso de aprendizaje, manifiestan el modo de expresarse del método a través de distintos tipos de interobjetos de aprendizaje. La forma, el método y los recursos didácticos son componentes operacionales del proceso de aprendizaje, ellos se interrelacionan entre sí, forman una triada dialéctica método–recursos-evaluación.

La evaluación: ¿qué?, ¿cómo? Y ¿cuándo?

La evaluación de los resultados del aprendizaje para el aprendizaje se ha convertido en la parte sustantiva del sistema educativo. Exige reinventarla en las salas de clase; supone reconocer el trabajo del estudiante, se centra en los resultados de aprendizaje, como en las competencias; hace reflexión sobre la necesidad de cambiar las metodologías y conseguir los resultados establecidos. Es evidente que aprender de forma relevante depende de varios factores que se encuentran en interacción con los entornos educativos formales, donde tienen peso para la mayoría de los estudiantes. Dicho de otro modo, estos aprenden para la evaluación-examen.

Para entenderla hay que considerar el contexto donde se desarrolla el aprendizaje y la evaluación, elementos estrechamente interrelacionados, de modo que cualquier cambio en la evaluación trastoca la enseñanza y el aprendizaje en las salas de clase. Está claro, que toda acción pedagógica descansa sobre una parte intuitiva de la formativa. La evaluación como proceso es formativa, sirve para verificar el aprendizaje, también trae beneficios para el evaluado.

La evaluación es un proceso que potencia el aprendizaje, para ello se requiere condiciones para hacer de ella una experiencia significativa. Es importante que los criterios, indicadores, técnicas e instrumentos sean diseñadas con calidad para comprobar la oferta académica y la verificación de los resultados de aprendizaje, estos deben estar precedidas por características básicas como:

a) ¿Los enfoques de evaluación mejoran el aprendizaje?

b) ¿La evaluación tiene impacto en el aprendizaje?

c) ¿La evaluación se utiliza para sentir la emoción por aprender?

Para la evaluación en beneficio de los estudiantes, los docentes necesitan conocer:

a) Sobre lo que quieren que aprendan y sean capaces de hacer.

b) Estrategias que garanticen la comprensión de la información.

c) Técnicas de involucramiento productivo en la autoevaluación.

d) Estrategias de retroalimentación con los interobjetivos de aprendizaje.

e) Actividades descriptivas de lo que se hizo bien, de lo que necesita mejorar e incluir sugerencias específicas de cómo hacer mejor.

f) Estrategias de cómo hacer preguntas que mejoren el aprendizaje y la motivación.

g) Cómo generar información para planear los pasos siguientes y proveer la retroalimentación necesaria.

h) Diseñar alternativas de evaluación (pruebas de opción múltiple, ensayo, evaluación de la actuación y comunicación personal), cuándo utilizarlas, cómo diseñarlas de modo que generen información confiable.

i) Involucrar a los estudiantes para maximizar su aprendizaje y su bienestar.

La actividad se relaciona con las rúbricas de evaluación en el contexto de las competencias; es una estrategia que permite juzgar la calidad de un trabajo o de un desempeño a través de criterios bien planificados. El uso es pertinente cuando hay más de una forma de hacer la tarea. Generalmente, es una tabla de doble entrada donde los componentes y criterios se ubican en la columna del lado izquierdo. En la fila superior se indica los niveles de desempeño. Las celdas tienen la descripción precisa que explica el nivel observado.

Las rúbricas son ventajosas para los estudiantes, porque:

a) Conocen con anticipación lo que serán evaluados.

b) Identifican los criterios, indicadores y la escala de calidad que se considera un buen trabajo.

c) Permiten recibir retroalimentación cualitativa y cuantitativa, para mejorar.

d) Evita sesgos de la evaluación y asegura una cierta equidad entre estudiantes.

Ventajas:

a) Permite cierta objetividad a la hora de juzgar la calidad de los trabajos.

b) Facilita la corrección y la retroalimentación de los trabajos de los estudiantes.

c) Disminuye las respuestas poco certeras y tiende a aumentar la calidad de los trabajos.

Tabla 7

Reinventar la evaluación

DIMENSIONES	CONCEPTOS	CATEGORÍAS	METODOLOGÍA
Evaluación alternativa	Reconoce una gama de información que refleja el comportamiento, actuación, actitudes, destrezas y objetivos del estudiante. No se limita a los resultados. Algunas denominaciones son: evaluación auténtica (sobre la base de los resultados de aprendizaje; de portafolios y registros personales de logro), lista de chequeo, holística, observación infantil, de la actuación.	La evaluación no se limita a la respuesta a la elección de una de las alternativas presentadas. El estudiante hace, crea o produce algo durante un tiempo para ser evaluado, el proceso, el resultado o ambos.	Deja en libertad al examinado; material de estímulo no estandarizado; el evaluado elige el momento de actuar; el evaluador conoce al evaluado, sus circunstancias vitales y la ejecución de la tarea.
Evaluación formativa y sumativa	La evaluación formativa tiene como propósito favorecer la mejora del aprendizaje, un proyecto educativo, etc. Proporciona retroalimentación acerca de lo que necesitan hacer para mejorar e involucrarlos en la autoevaluación. Se diseña para adaptarse a las necesidades individuales.	La evaluación formativa se asocia con las evaluaciones llevadas a cabo por los profesores en el salón de clase. Cuando se utiliza adecuadamente, proporciona evidencias valiosas para informar a la enseñanza y el logro de los resultados del aprendizaje, incluso en la evaluación sumativa.	La evaluación formativa tiene un carácter continuo, emplea procedimientos informales y depende más de las capacidades diagnósticas de los profesores que de instrumentos técnicos aplicados. Tiene un ciclo más corto, se implementa semanalmente, día a día. Es minucioso con respecto a los objetivos específicos de aprendizaje.

Evaluación formativa y sumativa	El carácter formativo de la evaluación está en la intención con la que se realiza y en el uso de la información que se obtiene que en las técnicas empleadas. La evaluación sumativa tiene como propósito determinar niveles de rendimiento, decidir si se produce el éxito o el fracaso. Hace referencia al juicio global de un proceso que ha concluido y sobre el que se emite una valoración terminal.	La evaluación sumativa tiene un carácter retrospectivo, dice cuánto ha progresado o ha aprendido el estudiante. Sirve a la selección y jerarquización de los alumnos según los resultados logrados.	La evaluación sumativa, por lo general, se administra una vez al semestre, año académico, ya que cubre el currículum completo.
Evaluación del aprendizaje experimental	Tiene como prioridad en su diseño y en su práctica, promueve el aprendizaje experimental. Es utilizada para aprender a aprender y no solo para verificar contenidos. El efecto, es que los estudiantes permanezcan motivados en que pueden aprender productivamente.	Difiere de la evaluación que se diseña con propósitos de rendición de cuentas, clasificación, o acreditación de competencias. Las evaluaciones del aprendizaje como para el aprendizaje son importantes. La distinción está entre una evaluación para determinar el estatus o evaluación para promover un aprendizaje productivo.	Ofrece información que los docentes y estudiantes pueden utilizar como retroalimentación para la autoevaluación, coevaluación y la heteroevaluación. Para modificar las actividades de enseñanza y aprendizaje. Debe incluir a los estudiantes en el proceso.

Evaluación de competencias	Es un proceso en el que se valora de forma integral (conocimientos, habilidades, y actitudes y valores) la adquisición y el desarrollo de competencias; requiere la participación activa y comprometida del estudiante. Es muy importante el contexto porque solo mediante su actuación el sujeto puede demostrar el grado de dominio que posee de las competencias logradas. Se trata de una evaluación formativa, centrada tanto en procesos como en productos, que considera la complejidad del aprendizaje; por tanto, incluye distintos contenidos de aprendizaje y los valora empleando diversas técnicas e instrumentos.	Asegura que la enseñanza y la evaluación sirvan a los resultados esperados. Facilita la concesión de créditos para las competencias adquiridas. Ayuda a los estudiantes a comprender claramente lo que se espera de ellos si quieren tener éxito. Informa a los padres, docentes o empleadores lo que significa una determinada cualificación.	Utiliza métodos para evaluar las competencias de forma integrada. Métodos directos y relevantes (observación, proyectos, estudio de casos, resolución de problemas, simulaciones, exámenes, rúbricas, portafolios…) para evaluar el desempeño o la actuación del evaluado. También emplea diversas modalidades de evaluación (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación). Requiere una amplia variedad de pruebas o evidencias para inferir las competencias.

Adaptación: Moreno (2016). Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL EN LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS

4.1. Metodología para la Formación de Competencias.

La metodología experimental desarrolla potencialidades en la construcción de significados, integra estrategias cognoscitivas y metacognitivas, características de las competencias. Las cognoscitivas invitan a los estudiantes a investigar y a descubrir fenómenos naturales o provocados de su contexto de actuación. Consideran el inicio y fin de la actividad programada. Las preguntas en el cierre de la explicación de estas se asemejan a la que hacen los científicos, señalan los conceptos relacionados con la acción realizada. Impulsan el conocimiento científico, consideran los saberes previos para las explicaciones de los problemas del contexto. Fomentan habilidades de observación y análisis como parte sustantiva e imprescindible del aprendizaje experimental.

En este contexto, la formación por competencias es integrando la práctica con la teoría y trabajando en procesos como:

a) Seleccionando información científica para la formación de competencias en el contexto de las ciencias experimentales.

b) Desarrollando actividades para el aprendizaje interactivo entre cognición, metacognición. Motivando el carácter independiente e investigativo.

c) Fomentando las competencias cognoscitivas y administrativas de los escenarios de aprendizaje.

d) Fomentando el trabajo cooperativo y en equipo, cuyo eje básico constituye la reflexividad, la autoconciencia y el autocontrol.

Las competencias pedagógicas y laborales son un problema de discusión académica, se diferencia por la diversidad de posiciones teóricas que marcan aproximaciones metodológicas. Las cognoscitivas suponen reflexión sobre los procesos de individualización o personalización del conocimiento, aspecto valorado en el paradigma emergente como garantía del aprendizaje contextualizado a lo largo de la vida.

Por otro lado, varias investigaciones se han preocupado de la competencia-conocimiento, de las estrategias cognitivas y metacognitivas. Se analiza la aplicabilidad del conocimiento específico y de la metacognición sobre el recuerdo y la comprensión. Revelan la interacción entre metamemoria, la comprensión y el recuerdo de la información.

La competencia cognoscitiva ¿es una alternativa viable?, hace ver como logro de una actividad, los recursos utilizados en la dinámica dialéctica entre lo potencial y lo real. En nuestro criterio, la actualización de la información, integración y movilización del recurso conocimiento está relacionado con las demandas cambiantes para desempeños exitosos laborales futuros. Estas existen para saber hacer y dan lugar al conocimiento, y el hacer es (generación de saberes) aplicación del conocimiento en la resolución de problemas del contexto de aprendizaje.

4.2. Enfoques que Acercan a la Formación por Competencias

La educación científica desde la complejidad potencia y enfrenta las competencias para aprender a aprender. Es integración entre la unidad y la diversidad de saberes de la información multidimensional. Emerge del entramado de ideas, tejidos de finos hilos como mosaico de saberes. Busca que los interobjetos se relacionen y se complementen unos con otros a partir de lo biológico, espiritual, lingüístico, cultural, social e histórico.

La complejidad es relacionada con el azar y se enfrenta a situaciones diversas del aprendizaje. Centra su interés en tres ejes: comprender las tareas de la profesión, el compromiso que debemos asumir como docentes y la tarea que debemos cumplir de cara al desarrollo cognitivo del estudiante. Más allá de la especificidad de las propuestas educativas, no olvidar que el proceso educativo es transformador, donde están las personas antes que los conocimientos y las competencias. Por tanto, convergen en el desarrollo de un proceso humano.

El pensamiento complejo se relaciona con las competencias pedagógicas a través de la ejecución, dominio de la actividad por el sujeto sobre la base de operaciones mentales. Se presenta como acción del pensamiento, estableciendo como punto de partida, el análisis de otras operaciones intelectuales. Es un proceso que permite al estudiante regular su conducta a través de procesos como:

a) Análisis de la información y razonamiento.

b) Inicio y fin del pensamiento en milésimas de segundos.

c) Desarrolla miles de comienzos y finales haciendo de esto un pensamiento lógico.

d) Motivación, originada en el ambiente natural, social, cultural o en el sujeto.

e) Resuelve problemas de la vida cotidiana.

f) El pensamiento lógico se orienta a la solución de problemas, no sigue una línea recta, sino zigzagueante con rodeos, retrocesos hasta llegar a una conclusión.

g) Es un sistema coherente y organizado de conceptos, modalidades, elementos, etc.

En el proceso de competencias se distingue tres tipos de razonamientos:

a) Básicos: considerados como una plataforma de apoyo para incrementar la complejidad del pensamiento: memorizar, recordar, aplicar el contenido que se ha producido antes.

b) Críticos: analiza los argumentos conectando y evaluando la información.

Tabla 8

Acciones de pensamiento crítico

Analizar	Evaluar	Integrar
a) Reconocer patrones, b) clasificar, c) identificar supuestos, d) identificar las ideas principales, e) encontrar secuencias.	a) Evaluar la información, b) determinar criterios, c) priorizar, d) reconocer falacias, e) verificar.	a) Comparar/ contrastar, b) pensamiento lógico, c) inferir deductivamente, d) inferir inductivamente, e) identificar relaciones causales.

Fuente: Estrada (2018). Enfoque pedagógico de competencias.

c) Creativos: sintetizan, producen y generan ideas nuevas:

- Generan conocimientos nuevos.
- Emplean habilidades subjetivas y personales.
- Relacionan el pensamiento crítico al evaluar la información, analizan e integran constantemente el conocimiento nuevo.

Tabla 9

Acciones de pensamiento creativo

Sintetizar	Elaborar	Imaginar
a) Establece analogías, b) resumen, c) hipotetizan, d) planean.	a) Expanden, b) modifican, c) extienden, d) mueven categorías, e) concretizan.	a) Fluidez, b) predicen, c) especulan, d) visualizan, e) intuyen.

Fuente: Estrada (2018). Enfoque pedagógico de competencias.

4.3. Enfoque Holístico para el Desarrollo de Competencias

El pensamiento holístico está relacionado con el desarrollo de las competencias porque promueven procesos bio-psicosociales como: físicos, químico, político y económico, entre otros. Además, porque no pueden ser explicadas por las partes que lo componen, sino por el sistema de las partes intervinientes. Aristóteles resumió la idea de holismo: «el todo es mayor que la suma de sus partes», desde las múltiples interacciones que los caracteriza. La importancia es la interdependencia que existe entre las partes implicadas en el proceso. El todo y las partes se encuentran ligadas entre sí.

Para organizar holísticamente el proceso se deben considerar los siguientes principios:

a) Unidad entre el pensamiento abstracto y concreto.

b) Interrelación dialéctica de lo general y lo particular.

c) La relación con el perfil profesional.

d) El enfoque inter y transdisciplinario en la formación de docentes.

e) Precisar la vinculación de la práctica-teoría en la planificación pedagógica.

f) Relacionar los interobjetos con otras disciplinas.

g) Interrelacionar contenidos de las ciencias experimentales y sociales.

Este enfoque es experiencia de aprendizaje, según Yturralde (2015) «combina la experiencia, la percepción, la cognición y el comportamiento». Se sustenta en el constructivismo social de manera consciente, planificada y adaptada a los estilos de aprendizaje. En la práctica, orienta la formación y transformación personal, en competencias, como: liderazgo, toma de decisiones desde lo sinérgico y sistémico en relación con los interobjetos, la convivencia armónica, la comunicación efectiva, los equipos de trabajo

de alto rendimiento, la salud personal y ocupacional; el fortalecimiento de valores y la cultura.

Este enfoque centra su actividad en las experiencias personales, construye estructuras mentales que deben ser modificadas continuamente. Considera conocimiento a la interacción del sujeto con los interobjetos, esta actividad aporta al desarrollo de la resolución de problemas, y al desarrollo de proyectos prácticos en la sociedad.

El pensamiento sistémico integra el conocimiento de las ciencias naturales, humanas y filosóficas para el desarrollo de competencias, es una tarea que exige: estructurar el conocimiento en multiniveles de complejidad jerárquica, en redes semánticas del contexto de actuación integrando las partes al todo y el todo a las partes; como decía Pascal, comprendemos la información contextualizada.

Aprender de manera sistémica es comprender la realidad transdisciplinariamente, supone un cambio en el discurso pedagógico porque introduce categorías y conceptos diferentes. En definitiva, lleva a la superación de los conceptos positivistas por otros constituidos sobre los principios de globalidad, pertinencia, finalidad, contrarios a lo elemental del positivismo clásico.

Lo sistémico está sustentado en modelos complejos de comunicación como: unicidad ontológica y metodológica, que son espacios de reflexión para quienes se ocupan de la Epistemología. Son procesos permanentes en camino de reelaboración, reestructuración, reequilibrio o regeneración de saberes contextualizados. Estos conceptos conllevan ideas de innovación del sistema educativo del país.

4.4. La Metacognición en la Formación Docente

La meta de la propuesta es ¿cómo aprenden ciencias los estudiantes? Implica desafíos, estrategias y oportunidades; desde el enfoque metacognitivo es reflexión sobre la asimilación de la información y aplicación de las bases

teóricas de la didáctica experimental. Demanda una formación intelectual que forme al futuro profesional para la autonomía frente a las situaciones que plantea la investigación pedagógica. Alcanzar este propósito implica ejercicio constante de las capacidades metacognitivas necesarias para diferenciar los modelos didácticos de aprendizaje.

La metacognición, según Jaramillo y Simbaña (2014), es «el pensar es razonar, procesar, retener información, regular impulsos sobre el pensamiento; es decir, sobre sí mismo» (p. 23). Por lo expuesto, la persona es capaz de resolver problemas y conflictos, tomar decisiones acertadas, buscar alternativas de solución y reflexionar ante situaciones inesperadas. Ello contribuye a la adquisición de aprendizajes que fortalezcan las metodológicas.

Actualmente, existen docentes que han adoptado esta teoría como metodología de su práctica pedagógica, porque es conocimiento y regulación de las cogniciones personales y procesos mentales. Es autorreflexiva, porque se relacionan con las ideas que se adquiere cuando observamos y aprendimos. Esta capacidad del cerebro es una función autorreguladora de la cognición, por lo cual, se habla de conocimiento autorregulado.

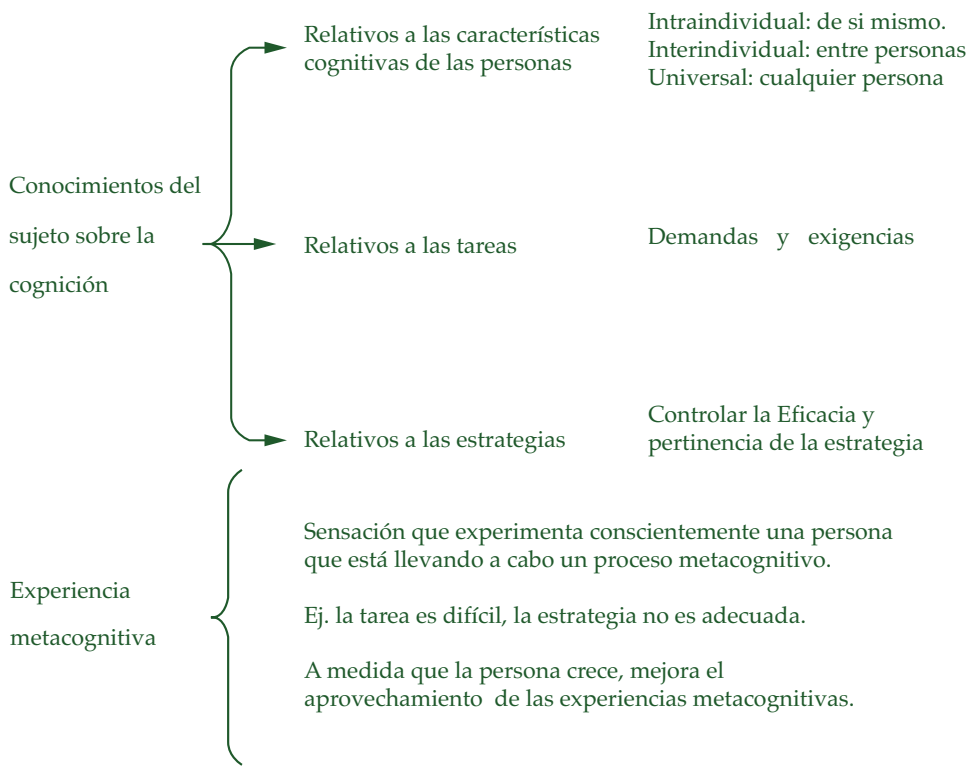
Desde lo psicopedagógico, formar estudiantes autónomos que se motiven por las ciencias y a pensar críticamente; es decir, a autodirigir su aprendizaje y transferirlo a otros ámbitos de la vida es clave.

La cognición se refiere a operaciones mentales como: percepción, atención, memorización, lectura, escritura, comprensión. Un estudiante metacognitivo conoce estas y otras actividades como la anticipación o la planificación y pueden llegar a establecer qué son, cómo se realizan, cuándo poner en marcha una u otra o qué factores ayudan o interfieren en

su operatividad. Varios expertos hacen referencia a estos aspectos y hablan de metamemoria, metacomprensión, metaprendizaje, metaatención, metalenguaje, etc.

Tabla 10

Dominios metacognitivos


Conocimientos del sujeto sobre la cognición
Relativos a las características cognitivas de las personas
Intraindividual: de si mismo.
Interindividual: entre personas
Universal: cualquier persona
Relativos a las tareas
Demandas y exigencias
Relativos a las estrategias
Controlar la Eficacia y pertinencia de la estrategia
Experiencia metacognitiva
Sensación que experimenta conscientemente una persona que está llevando a cabo un proceso metacognitivo.
Ej. la tarea es difícil, la estrategia no es adecuada.
A medida que la persona crece, mejora el aprovechamiento de las experiencias metacognitivas.

Adaptación: Dominios metacognitivos según Flavell (1987).

Según Angulo (2002), en la definición de Flavell se destaca aspectos de la actividad mental que se consideran metacognitivos:

a) Conocimiento de los objetivos.

b) Elección de estrategias.

c) Autoobservación.

d) Evaluación de los resultados.

Según Osses y Jaramillo (2008) existen sistemas para representar el conocimiento:

a) Es proposicional, es un enunciado que se puede evaluar como verdadero o falso.

b) Es analógico, constituido por la imagen mental.

c) Es procedimental, conjunto de procesos para llevar a cabo una acción. Se caracterizan porque:

- Posee estructura jerárquica cuyo objetivo es alcanzar a través de subobjetivos.
- Se ejecutan en cascada, es decir, algunos de los procesos producen resultados intermedios para los posteriores ser concluyentes.
- Memoria activa, controla los datos exteriores y de la memoria a largo plazo.
- Criterio de ejecución, es la correcta finalización de la tarea.

d) Es distribuido y paralelo, se basa en las conexiones neuronales e implica un procesamiento masivo en paralelo, distribuido por todo el sistema.

e) Los modelos mentales se constituyen en una modalidad de representación analógica, se concibe como un sistema de representación específico (p. 53).

Desde nuestro análisis, la metacognición implica comprensión de las capacidades personales y la regulación (control) de la actividad del cerebro en el aprendizaje, lo cual exige que:

a) Planifiquemos la actividad pedagógica y las estrategias para la solución del problema con anticipación.

b) Control y monitoreo permanente en la realización la tarea.

c) Evaluación de los resultados de aprendizaje para saber qué tan eficaz son las estrategias empleadas.

El propósito de esta metodología es explicar los rasgos distintivos de los estudiantes metacognitivos, porque saben qué quieren conseguir («objetivos») y cómo conseguirlos («autorregulación»). La propuesta está centrada en el enfoque por competencias dónde los estudiantes desarrollan aprendizajes conscientes, voluntarios, controlados y flexibles que se convierten en hábitos en lo laboral e inciden en el futuro profesional. Las teorías de Piaget y Vygotsky describen el punto de vista de la metacognición. Las teorías sobre el procesamiento de la información —Medina (2008) cita a McGuinnes— «tienen sus raíces en la psicología cognitiva y se identifican con la metáfora de la mente como un ordenador».

Estos enfoques comparten aspectos en común:

a. Contrastan los puntos de vista conductistas que las preceden y explican los fenómenos cognitivos que intervienen entre el «estímulo y la respuesta».

b. Aclaran el tipo de información que se representa, cómo se codifica y organiza.

c. Representan procesos que se estructuran en un sistema coherente y funcional cognitivo, que en principio dan cuenta a un amplio rango de tareas.

Los expertos en psicología cognitiva concluyen que existen al menos dos sistemas funcionales:

a. De memoria a largo plazo, organización flexible.

b. De memoria de trabajo, procesa la información en un período fijo.

c. La regulación de la información de la actividad cognitiva que puede ser automática o controlada.

El trabajo independiente y regulado a través de su organización y de la formación de competencias.

La ejecución de las tareas depende de procesos:

a) Planificación y anticipación de la actividad cognoscitiva.
b) Control de la actividad de la persona que ejecuta la acción.
c) Verificación y evaluación de la actividad realizada.

Tabla 11

Procesamiento de la información

Procesamiento controlado	**Procesamiento automático**
Es lento por los estilos de aprendizaje.	Es rápido.
Está limitado por las restricciones de la memoria a corto plazo.	No está limitado por la memoria a corto plazo.
Trabaja secuencialmente: objeto por objeto	Trabaja sistemáticamente: objeto relacionado.
Exige control de la persona.	No exige control de las personas.
Requiere esfuerzo y atención.	Requiere poco esfuerzo y atención

Fuente: Brown (1987). Procesamiento de la información.

El procesamiento de la información automática se asocia con la epistemología constructivista. El conocimiento desde la posición tradicional se construye básicamente a partir de las acciones que regulan nuestras interacciones con el contexto. Desde el constructivismo (Martí, 1995) «la toma de consciencia, la abstracción y la regulación, son procesos psicológicos relacionados con la metacognición» porque explican cómo y por qué se construye el conocimiento.

La concientización se construye en la representación mental de la persona que elabora su conocimiento, cuando entra en contacto con el objeto de estudio, la toma de consciencia se realiza progresivamente. Piaget propone procesos diferentes. Uno es profundo, cuando el estudiante hace suyo el conocimiento, teorizando o aplicando.

La abstracción es el proceso que realiza la persona al extraer determinadas propiedades de los objetos (abstracción empírica) o de sus propias acciones (abstracción reflexiva), reorganizando y aplicando la información a nuevas situaciones de la vida. Piaget propone un proceso recurrente que suele aparecer en cualquier etapa del desarrollo y de forma reiterada. Son importantes porque permiten la construcción de conocimientos cada vez más elaborados «diferentes e integrados al contexto».

Los procesos de autorregulación, llamados también equilibración, están dirigidos por procesos reguladores que realizan las personas para crear estrategias cognitivas estables. Cuando existe perturbación la persona hace «compensaciones», es decir, modifica las actividades cognitivas para solucionarlas. Las regulaciones son de varios tipos:

a. Algunas ignoran la perturbación o hacen una modificación muy ligera.

b. Integran la perturbación.

c. Son regulaciones profundas, asociadas a la construcción de nuevos conocimientos. La persona modifica sus procesos cognitivos. El paso de una regulación a otra puede tener lugar en cualquier etapa del desarrollo.

En el desarrollo de las habilidades metacognitivas Vygotsky, señala, la «internalización», no es una transposición simple y pasiva de una regulación externa a una interna. Implica reconstrucción y transformación activa de los aprendizajes del sujeto. Es un proceso gradual donde el docente, poco a poco va cediendo el control del aprendizaje al estudiante, a medida que esto ocurre llega un momento en que ambos comparten el control. Durante el proceso, el docente va ajustando sus estrategias a la formación de competencias.

Al igual que pasa con la autorregulación, las actividades de regulación no siempre son conscientes ni planificadas. De los planteamientos de Vygotsky se desprende que la toma de consciencia y la planificación de la actividad depende de la situación.

En la interacción estudiante–docente se observa:

a) El docente interactúa con el estudiante a través de un objetivo claro. El experto se basa en las ideas que el novato tiene sobre la tarea y en sus competencias para realizar. Se ubica en un nivel ligeramente superior que corresponde a la zona de desarrollo próximo (ZDP).

b) Entre iguales, la regulación es menor, explícita, planificada y asimétrica.

c) En la regulación externa, hay cambios tanto en la regulación que es favorecida por otra persona (profesor, estudiante), en un proceso complejo que se va construyendo en la relación estudiante–docente–tarea.

Tabla 12

Diferencias entre el conocimiento declarativo y procedimental

Declarativo: **Qué**	Procedimental: **Cómo**
Es poco estable, la cognición de la persona no cambia de una situación a otra.	Es poco estable, los procedimientos dependen del tipo de tarea a realizar.
Se tematiza, se puede reflexionar y discutir con otros estudiantes lo que se sabe.	No es tematizado, una persona puede controlar y guiar sus procesos cognitivos sin describirlos ni reflexionarlos.
Es de desarrollo lento, requiere que la persona considere como objeto de conocimiento los procesos cognitivos y reflexione sobre ellos.	Es independiente de la edad, cualquier persona tiene procesos de regulación.

Adaptación: Brown (1987). La metacognición una estrategia de aprendizaje.

Rasgos distintivos de los docentes metacognitivos

La educación científica es un evento social que comparten significados de la ciencia. El docente debe conocer competencias metacognitivos:

a) Reconoce concepciones científicas del aprendizaje interdisciplinario y la evaluación de los resultados del proceso.

b) Crítico de sus potencialidades pedagógicas y actúa de manera que, al contrastar con otros, pueda distinguir los principios que orientan su saber, hacer y ser. Los modifica en función de las necesidades pedagógicas.

c) Planifica actividades de aprendizaje en función de los objetivos y se anticipa a los resultados.

d) Identifica las exigencias de la tarea (representación) planificación de la estrategia a seguir, prevé los resultados y controla (monitorea) los elementos y variables que intervienen en la ejecución del proceso.

e) Contrasta las decisiones tomadas, los resultados obtenidos con los objetivos planificados, y mantiene controlado el proceso.

f) Adquiere habilidades para la selección y secuencia de los contenidos, a la vez, diseña y aplica actividades de aprendizaje relacionadas con los procesos de evaluación de los resultados obtenidos.

g) Integra y relaciona los componentes del proceso de aprendizaje.

h) Planifica la evaluación de los resultados e introduce las modificaciones necesarias para potenciar el aprendizaje de los estudiantes.

¿Por qué formar docentes de ciencias metacognitivos?

Los eventos de la educación científica no son naturales, sino provocados por personas para transferir la cultura de generación en generación. Por este motivo que los problemas educativos no son fáciles de estudiarles porque carecen de regularidad en los eventos naturales percibidos.

Es decir, se ignora los factores que intervienen en la formación y desarrollo de las estructuras cognitivas determinantes al momento de tratar un cambio de paradigma. Este inicia desde las concepciones espontáneas a las científicas.

Consideramos que debemos formar docentes con enfoque metacognitivos porque:

a. Integrarán a su episteme el pensamiento sistemático, es decir, formas de pensar que ayuden a los estudiantes a visualizar los problemas en forma holística. Ejemplo, para construir un automóvil se debe considerar: la potencia del motor, la carrocería, suspensión, deseo de los compradores, costo, estética general, etc.

b. Crecerán como personas y profesionales de ciencia capaces de profundizar y clarificar cada vez más su cosmovisión de la cultura científica. Su filosofía y teorías que acepten como válidas serán comprobadas. De esta manera aprenderán a ser pacientes y analizarán la realidad del aprendizaje con objetividad.

c. Construirán modelos mentales para enfrentar problemas con estrategias de razonamiento. Ejemplo, varios docentes creen que la única forma de enseñar ciencias es la clase expositiva debido a que ese fue el modelo que observaron en la mayoría de los docentes en su formación profesional. Por supuesto, lleva tiempo y práctica para desaprender y aprender estrategias derivadas de la metacognición que ayuden a los estudiantes a utilizar otras para construir conocimiento.

d. El aprendizaje debe desarrollarse considerando cómo actúan las estrategias metodológicas interdisciplinarias sobre metacognición.

e. Deberán construir equipos de trabajo transdisciplinarios, porque cada individuo sostiene sus modelos mentales, que en varios casos resulta difícil crear una visión compartida del trabajo científico. Por eso, es una de las razones por lo que las instituciones tardan en realizar las innovaciones que demanda la sociedad. Este aprendizaje es de importancia porque son los equipos de trabajo y no los individuos los que deben tomar las decisiones en las organizaciones modernas.

f. El currículo también es un objeto de estudio por separado. Las consideraciones epistemológicas son un factor para interpretar la

generación de conocimientos y su pariente cercano, el aprendizaje no fragmentado.

g. El contexto social constituye una poderosa estrategia en la educación, las consideraciones de ética, justicia social, cosmovisión, libertades, autoridades, poder, etc. Dentro de este merecen atención, los elementos de control y responsabilidad para las transformaciones educativas y no membretes decorativos.

h. La evaluación es análisis de la información, siempre considerando las interacciones que existen entre los elementos del contexto.

i.

Richard Feynman (1965) ilustra perfectamente la educación memorística a crítica. Cuenta que a un estudiante que estaba a punto de terminar su carrera sobre Grecia, se le pregunta en un examen: ¿qué ideas tenía Sócrates acerca de las relaciones entre la Verdad y la Belleza? Ante lo cual permanece literalmente mudo, no obstante, al preguntársele ¿qué dijo Sócrates a Platón en el Tercer Simposio? Comienza a hablar sin interrupciones, recordando en un griego perfectamente pronunciado, todo lo que dijo Sócrates en el Tercer Simposio. ¡Pero en el Tercer Simposio, Sócrates habló de la relación entre la Verdad y la Belleza!

El párrafo muestra lo limitado que es el aprendizaje memorístico y reproductivo, donde los estudiantes no comprenden el problema, ejercitan menos las formas de transferir los resultados de su aprendizaje. La explicación de conceptos o en la lectura de textos se realiza con palabras de la ciencia distintas al del estudiante, de allí la importancia de la interpretación con sus palabras, solo así, el aprendiz puede sentir los conocimientos.

Déficits de la no utilización de la metacognición

La psicología señala que se cometen errores en colectivos: educativos, sociales, laborales y políticos, etc., desde esta mirada concluimos que

los procesos metacognitivos influyen en los procesos interpersonales y colectivos.

Los más comunes son:

a) Impulsividad: lleva a la solución rápida del caso y deducciones ilógicas que no provienen de datos investigados en el problema.

b) Falta de precisión y exactitud en el levantamiento de la información. Trasladan a ignorar datos importantes y aceptar evidencias vagas o abstractas del objeto de estudio.

c) Definición imprecisa del problema, a veces no se reconoce la existencia del mismo.

d) Comunicación individualista, no se escucha otros puntos de vista por el impulso o sentimientos propios.

e) Imprecisión al comunicar los resultados, los informes son muy generales y las conclusiones vagas como los objetivos del trabajo.

f) Respuestas de ensayo-error para probar si dan resultado sin planificación adoptan soluciones sin considerar las posibles consecuencias.

g) Como consecuencia del análisis anterior, el rol del docente cambia no es el que monopoliza el conocimiento y lo distribuye. Es quien ayuda a regular el aprendizaje de la ciencia y para hacerlo tiene que saber ciencia. Debe reconocer la naturaleza de las relaciones que se establece entre estas concepciones y lo que significan. Lo hace si se comporta metacognitivamente. Implica, entonces, que debemos considerar otras rutas de aprendizaje.

4.5. La Teoría de la Actividad en la Formación Docente de Ciencias

El enfoque pedagógico se sustenta en las actividades científicas como fenómenos sociales que superan a los paradigmas conductistas. La

actividad es acción e interacción de la persona con el contexto que le permite la solución de problemas. Desde este punto de vista pedagógico, el desarrollo de habilidades cognoscitivas se realiza a través de la interrelación con los interobjetos de estudio que le permitan establecer recomendaciones de aprendizaje. A través de estos, el estudiante forma conceptos y competencias, primero les externaliza y luego las internaliza en su episteme.

Este enfoque es teórico y práctico que caracteriza a la cultura científica. Identifica problemas y necesidades que son solucionadas por la experiencia y la práctica. Son prácticas porque parte de su saber y hacer, que tienen la intención de transformar la realidad, producir cambios individuales, colectivos y sociales. Propone procesos como: motivo; actividad orientadora de la acción investigativa. Establece estrategias interdisciplinarias de elaboración de un plan de trabajo, ejecución, control y revisión del informe de la actividad.

Tabla 13

Componentes de la actividad

Proceso cognoscitivo	Orientación	Ejecución
Actividad	Objetos/motivos	Comunidad de aprendizaje
Acción	Objetivos	Individual o en equipos
Operación	Condiciones	Rutas de aprendizaje

Fuente: autoría propia.

Explicación

a. La actividad permite que las personas se relacionen con el contexto para adaptarse a él y transformarlo. Tiene una estructura con varios componentes que no se presentan de forma lineal, sino que ocurren simultáneamente de manera dinámica y flexible.

b. El motivo es lo que mueve al sujeto a la realización de la acción y a concretar el objetivo. Se relaciona con la esfera afectivo-emocional, por lo tanto, su estabilidad depende del equilibrio emocional del sujeto.

c. La acción: componente necesaria de la actividad, está orientada por el motivo que está subordinado al objetivo consciente. Es el acto del sujeto que parte de motivos determinados y se dirige a la meta establecida.

d. La operación: son las competencias automatizadas que se utilizan para llevar a cabo una acción, que constituyen las condiciones necesarias para realizarla. «En la ejecución de una acción se incluye un sistema de operaciones, las cuales no son conscientes y se forman de acciones previas a medida que se mecaniza la acción».

Tabla 14

Proceso cognoscitivo de la actividad

Actividad	⟷	Investigación de fuentes bibliográficas
Acción	⟷	Recuperación y uso de la información
Operación	⟷	Estrategias de aprendizaje

Fuente: autoría propia.

La Didáctica de Ciencias Naturales es la ruta de aprendizaje para que el futuro docente de ciencias aprenda hacer ciencia a través de:

a) Presentación de la acción que se va a realizar.
b) Estrategias para llevar a cabo la actividad como los posibles resultados.
c) Actividades pedagógicas interdisciplinarias.

d) Actividades para verificar los avances del proceso del aprendizaje.

Tabla 15

La actividad cognoscitiva del estudiante

Proceso	Actividad cognoscitiva	Competencia: saber hacer
	Motivo/ interés de aprendizaje	¿En qué problema estoy interesado?
	Objetivos	¿Por qué existe el problema?
	Sujetos	¿Quiénes van a investigar el problema?
	Estrategias	¿Qué significado tiene investigar el problema seleccionado?
	Rutas de aprendizaje	¿Existen estrategias para investigar el problema?
	Asignación de tareas	¿Quién es el responsable, cómo están asignados los roles de trabajo?
	Individual o en equipos	¿Cuál es el escenario en el que se investiga el problema?
	Resultados obtenidos	¿Cuál es el resultado esperado de la investigación realizada?

Fuente: autoría propia.

La teoría propuesta por Leontiev fue estructurada en la noción-objeto-resultado, según Canal y Penélope (2017), «la transformación del objeto orienta a la integración de elementos del sistema de la actividad y la diferencia entre una acción individual de una colectiva» (p. 9). Según este enfoque, la actividad es una formación colectiva sistemática con una compleja estructura mediadora. Las actividades producen acciones y se desarrollan a través de ejercicios prácticos. Sin embargo, no es reducible a acciones que tienen un principio y fin determinado en el tiempo. La

actividad, en cambio, evoluciona durante períodos de tiempo largos, adoptando la forma de organización cognoscitiva. Estas competencias describen lo que sabe hacer un docente de ciencias metacognitivo o que regula sus aprendizajes. El carácter dialógico, social e histórico mediado por las funciones mentales explican la concepción de un sujeto activo que aprende en un entorno social.

4.6. Competencias en Ciencias Naturales

El aprendizaje experimental navega en un contexto de información exponencialmente nunca vista y conocida, la riqueza de la información está en las bases de datos y circula por banda ancha. Se centra en actividades y estrategias experimentales que ayudan a la regulación y autorregulación del conocimiento. Se manifiesta en el aprendizaje interdisciplinario. Para adquirirlo es necesario la alfabetización científica, entendida cómo la capacidad no solo instrumental, sino la de habilidades cognoscitivas para la aplicación de la didáctica de competencias y acceder a la información científica en contextos diferentes y responder a las exigencias de un entorno informacional cada vez más complejo con variedad y multiplicidad de medios de comunicación.

La formación profesional con enfoque de competencias experimentales implica a los estudiantes en formación a interesarse por su capacitación a través de actividades desafiantes y la motivación por la ciencia. No es un método de aprendizaje sino una forma de organizar la formación pedagógica dándole pertinencia y ayudándoles a los futuros profesionales a que comprendan por qué tienen que aprender cierta información de las áreas experimentales.

Los fundamentos psicológicos tradicionales de la formación profesional identifican asignaturas desarticuladas unas de otras. Así, presentadas al estudiante pierde interés. Estudian sin saber cuál es el vínculo entre ellas, sin que alguien les justifique el por qué.
La responsabilidad social lleva a pensar en actividades experimentales

transdisciplinarias porque lo importante no es que los estudiantes aprenden, sino cómo y cuándo utilizar esa información, para qué utilizarla, ¿sirve para resolver problemas del contexto profesional?

Estas combinaciones revelan y explican las estrategias metodológicas que se utilizan para el desarrollo de capacidades cognitivas superiores como: el análisis de la información, pensamiento crítico, la creatividad, el razonamiento científico, etc. También, el desarrollo de aspectos afectivos, valores inmersos en la ciencia, actitudes, habilidades interpersonales, comunicativas, de liderazgo pedagógico y de compromiso, entre otras.

En este contexto no existen límites de recursos para la acción pedagógica porque pone al estudiante en formación frente a una situación laboral auténtica, donde tiene que la utilización de metodologías que simulen dichas situaciones laborales a través de casos (teorizados o en videos), proyectos simulados de tareas experimentales, software de simulación, juego de roles, etc. La mayoría de estas estrategias produce retroalimentación y reflexión en la formación por competencias.

Propuesta de competencias de ciencias naturales

a. El mundo de la vida se relaciona con el conocimiento científico que aprendemos y comprendemos que los fenómenos sociales y naturales se relacionan en el contexto que nos desarrollamos.

b. El conocimiento científico, constituido por el conjunto de conceptos, teorías, principios o explicaciones científicas sobre los fenómenos que ocurre en la naturaleza.

c. Procesos son cambios o transformaciones que ocurren en el contexto natura y social:

   - Físicos: son cambios de forma, posición, volumen o de energía. El calentamiento de una plancha eléctrica.

- Químicos: son cambios en la naturaleza de las sustancias. La combustión de la gasolina.

- Biológicos: son cambios en los seres vivientes como producto de sus procesos. El florecimiento de una planta.

d. El sujeto que conoce y aprende, investigador.

e. Relación entre competencias, logros, indicador de logro:

El objetivo orienta de manera intencional las actividades a realizar para alcanzarlos. Planificar las actividades para incentivar la conciencia ambiental que permita formar parte activa y responsable de las actividades de conservación de la vida en el planeta Tierra.

- Logro es el resultado que nos beneficia, es la descripción de un estado intermedio o final de un proceso de aprendizaje. Identifica la relación que existe entre el agua y los seres vivos en ecosistemas ecológicos.
- Indicador de logro es la señal del éxito esperado. Comprendemos que el agua es utilizada por los seres vivos para calmar la sed y en la fotosíntesis.
- Competencia: sí hacemos bien las cosas en un contexto determinado, descubriremos ventajas y desventajas del objeto de estudio. El uso adecuado del agua como recurso renovable vital para los seres vivos.

Para la formación de competencias se deben realizar las siguientes actividades:

a) Observación y análisis de fenómenos o procesos que ocurren en la naturaleza.

b) Elaboración, descripción, narración y explicación de fenómenos naturales o provocados.

c) Lectura e interpretación de textos científicos.

d) Interpretación de gráficos, cuadros, tablas estadísticas relacionados con la ciencia.

e) Diseño de experiencias en el laboratorio para averiguar, causas y consecuencias.

f) Ejecución de proyectos integrando conceptos de las ciencias.

g) Resolución de problemas que ocurren en el contexto natural y social.

h) Elaboración y resolución de pruebas relacionadas con la educación científica.

i) Identificación de métodos y recursos para la experimentación.

j) Interrelación de contenidos científicos y no científicos con otras áreas del conocimiento.

k) Aplicación de la metodología experimental en los procesos de aprendizaje.

l) El hacer:

- Lección teórica, información y explicación complementaria.
- Comprobación a través de la observación directa.
- Reflexión sobre la vinculación teoría-práctica.
- El pensamiento del estudiante como punto de partida del proceso.
- Construcción de ambientes de aprendizaje.
- Selección de estrategias de aprendizaje activas.
- Selección de tareas relacionadas con las demandas científicas.

Entonces, ¿para qué saber ciencias?

a) Para comprender las leyes que rigen la naturaleza.
b) Para el éxito laboral y la comprensión científica del contexto natural y social.
c) Para pensar de manera sistémica y organizada los problemas de la vida.

4.7. Modelos Curriculares de Ciencias Naturales

Los lineamientos curriculares se relacionan con el proceso de aprender a aprender en concordancia con los fines del proyecto educativo institucional y los objetivos del sistema educativo. Desarrolla en los estudiantes competencias y actitudes científicas, explorando fenómenos y resolviendo problemas del contexto de actuación. Está centrado en el derecho a preguntar para aprender y cuestionar el conocimiento de manera inteligente a través de la investigación y la experimentación.

Los estándares de ciencias se sustentan en la acción de los aprendizajes que garantizan la práctica pedagógica. Promueven la innovación y la experimentación de nuevas metodologías que certifican la calidad de los resultados de aprendizaje. Forma pedagogos, no para acumular conocimientos, sino para la solución de problemas en situaciones cotidianas. Forman personas competentes, no para competir sí para la innovación.

El desafío está en formar profesionales en ciencias naturales y sociales en entornos complejos, competitivos y cambiantes. Significa desarrollar una educación científica para razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar su potencial creativo, éticos, tolerantes con la diversidad y comprometidos con el ambiente. Es el puente para crear comunidades solidarias con sentido de pertenencia y responsabilidad frente a los bienes del Estado. Esta visión permite unificar criterios y establecer la ruta para que respeten la diversidad social, cultural, biológica y geográfica.

Los estándares son itinerarios para aproximarnos a la ciencia, comprender el pasado, vivir y dar significado al presente, construir el futuro, desarrollando habilidades para:

a) Indagar fenómenos naturales o provocados.

b) Investigar problemas del contexto.

c) Observar, recoger y organizar información relevante.

d) Utilizar diferentes métodos de análisis y síntesis para organizar la información.

e) Evaluar los resultados del aprendizaje a través de métodos interdisciplinarios.

f) Comunicar los resultados de la investigación formativa a la comunidad educativa.

Las competencias básicas en ciencias naturales y sociales requieren de conceptos y estándares para su desarrollo:

a) Curiosidad.

b) Honestidad en la recolección de datos y validación.

c) Flexibilidad.

d) Persistencia.

e) Crítica y apertura mental.

f) Disponibilidad para tolerar la incertidumbre, propia de la exploración científica.

g) Reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro.

h) Voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos.

i) La disposición para trabajar cooperativamente en equipo.

En este contexto se establecen relaciones entre el contexto viviente, lo físico y ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

Contexto viviente es el sitio donde se permiten establecer relaciones interdisciplinariamente para entender la vida de los organismos y sus interacciones y transformaciones.

Contexto físico es el lugar que permiten la interdisciplinaridad de las ciencias para comprender el entorno viviente y explicar las transformaciones de la materia.

Ciencia, tecnología y sociedad (CTS) es el componente que permite la comprensión de la CTS y las Ciencias Naturales para mejorar la vida de las comunidades como los peligros que pueden originar los avances científicos.

Tabla 16

Organización de los seres vivos

¿QUÉ SE DEBE HACER?	¿CÓMO SE DEBE HACER ¿CONTEXTO VIVO?
a. Presta atención al contexto en que viven y se desarrollan. b. Realiza preguntas a partir de observaciones, experiencias y busca posibles respuestas. c. Plantea explicaciones provisionales para responder a las preguntas formuladas. d. Identifica condiciones que influyen en los resultados de una experiencia, que permanece constante o que puede cambiarlas variables. e. Diseña y realiza experimentos para dar respuesta a las preguntas. f. Realiza mediciones con instrumentos convencionales (balanza, báscula, cronómetro, termómetro...) y no convencionales (peso, cuarta, pie, braza, vaso...) y registra los datos. g. Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa (sin alteraciones), en forma escrita, utilizando esquemas, gráficos y tablas.	a. Explica la importancia de la célula como unidad básica de la vida. b. Identifica los niveles de organización celular de los seres vivos. c. Identifica en el contexto objetos que cumplen funciones similares a las de mis órganos y sustenta la respuesta. d. Representa los diversos sistemas de órganos del ser humano y explica su función. e. Clasifica seres vivos en diversos grupos taxonómicos (plantas, animales, microorganismos). f. Investiga el tipo de fuerza (compresión, tensión o torsión) que puede fracturar tipos de huesos. g. Identifica máquinas simples en el cuerpo de seres vivos y explica su función.

h. Investiga información en diversas fuentes (libros, Internet, experiencias y experimentos propios y de otros…) y dando el crédito correspondiente. i. Establece relaciones entre la información y los datos compilados. j. Selecciona la información que me permite responder a mis preguntas y determinar si es suficiente. k. Elabora conclusiones de los experimentos, aunque no obtengas los resultados esperados. l. Propone respuestas a preguntas y compara con otras estudiantes. ll. Persiste en la búsqueda de respuestas a preguntas presentadas. m. Comunica oralmente y por escrito el proceso de indagación y los resultados obtenidos.	h. Investiga y describe los tipos de neuronas. Compara entre sí y con circuitos eléctricos. i. Analiza el ecosistema viviente y compara con otros. j. Identifica adaptaciones de los seres vivos al ambiente considerando las características de los ecosistemas. k. Explica la dinámica de un ecosistema considerando las necesidades de energía y nutrientes (cadena alimentaria). l. Identifica fenómenos de camuflaje en el entorno y los relaciono con las necesidades de los seres vivos.

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

Tabla 17

Contexto físico, ciencia, tecnología y sociedad

CONTEXTO FÍSICO	CIENCIA TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS)	¡CÓMO HACER?
a. Confronta masa, peso, cantidad de sustancias y densidad de materiales. b. Compara sólidos, líquidos y gases considerando el movimiento de moléculas y las fuerzas electroestáticas. c. Verifica las diferencias entre cambios químicos y mezclas. d. Establece inferencias cuantitativas entre componentes de una solución. e. Analiza los procesos que sustentan la definición ácido-base. f. Establece deducciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos. g. Explica el comportamiento de gases ideales y reales.	a. Identifica la función del ADN en la genética. b. Argumenta ventajas y desventajas de la manipulación genética. c. Establece la importancia de la biodiversidad para el país. d. Investiga las aplicaciones de la microbiología en la industria. e. Identifica información química en las etiquetas de productos manufacturados. f. Identifica productos que tienen diferentes niveles de pH y explica sus usos. g. Explica los ciclos termodinámicos y el funcionamiento de motores.	a. Escucha activamente y reconoce otros puntos de vista diferentes para modificarlos ante argumentos sólidos. b. Acepta el escepticismo de compañeros ante la información presentada. c. Reconoce los aportes de los conocimientos diferentes al científico. d. Reconoce procesos de desarrollo de la ciencia en el tiempo y que pueden favorecer a la salud.

h. Establece inferencias entre energía de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía. i. Relaciona la transferencia de energía térmica con la formación de vientos. j. Establece deducciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en cuerpos mecánicos. k. Explica el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación. l. Diferencia procesos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.	h. Explica las aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de instrumentos musicales. i. Identifica aplicaciones de las diferentes ondas de la luz. j. Describe factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad y reproducción. k. Explica medidas de prevención del embarazo prematuro y las enfermedades de transmisión sexual. l. Reconoce los efectos nocivos del consumo de cafeína, tabaco, drogas y licor. ll. Indaga los avances tecnológicos y explica sus implicaciones en la vida. m. Describe procesos físicos y químicos de la contaminación ambiental.	

Elaboración: Estrada (2018) Didáctica de Ciencias Naturales.

Tabla 18

Procesos biológicos, químicos y físicos en el desarrollo de la ciencia

¿QUÉ SE DEBE HACER?	CONTEXTO VIVO PROCESOS BIOLÓGICOS	CONTEXTO FÍSICO Y PROCESOS QUÍMICOS
a. Formula hipótesis sobre la base de teorías y modelos científicos. b. Identifica variables que influyen en los resultados de un experimento. c. Propone modelos para predecir los resultados de experimentos y simulaciones virtuales. d. Establece diferencias entre modelos, teorías, leyes e hipótesis. e. Utiliza las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones.	a. Explica la relación entre el ADN, el ambiente y la biodiversidad. b. Explica los procesos evolutivos: mutación, selección natural y herencia. c. Identifica especies que ilustren diferentes acciones de la selección natural. d. Explica los procesos entre materia y energía en las cadenas alimentarias. e. Argumenta la importancia de la fotosíntesis como conversión de energía para organismos aerobios.	a. Explica la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías. b. Explica la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo. c. Identifica cambios químicos en la vida y en el ambiente. d. Explica la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza. e. Verifica el efecto de la presión y temperatura en los cambios químicos.

f. Propone y sustenta respuestas a preguntas y compara con las de otros y con las teorías científicas. g. Comunica el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas. h. Relaciona conclusiones con las presentadas por otros autores y formular nuevas preguntas.	f. Ejemplifica principios termodinámicos en ecosistemas. g. Explica con ejemplos el modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos. h. Explica el funcionamiento de las neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos. i. Relaciona los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas. j. Explica las adaptaciones de los seres vivos en ecosistemas del país y el mundo. Establece relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema.	f. Utiliza la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos. g. Relaciona la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas. h. Relaciona grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias. i. Explica los cambios químicos que ocurren en el ser humano.

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

Propuesta de competencias del docente de Biología

Si te llama la atención la carrera debes identificar las competencias claves para el desempeño laboral:

a) Curiosidad por lo desconocido.

b) Eficacia en el trabajo investigativo.

c) Evaluación del impacto ambiental.

d) Experimentación en simuladores virtuales.

e) Identificación de la problemática ambiental.

f) Reducción de prácticas laborales perjudiciales para el ambiente.

g) Reducción de riesgos ambientales.

h) Uso de bases de datos electrónicas.

i) Trabaja con la incertidumbre.

j) Realiza tareas interdisciplinarias.

k) Pone en marcha políticas ambientales.

l) Coordina acciones ecológicas.

m) Obtiene resultados de la investigación biológica.

n) Realiza tareas de conservación de la biodiversidad.

o) Toma precauciones para evitar la extinción de especies.

p) Utiliza equipos y herramientas adecuadas en giras de observación.

Propuesta de competencias del docente de química

Son aquellas relacionadas con la formación de habilidades y destrezas cognitivas prácticas. Un estudiante en formación debe evidenciar competencias teóricas, prácticas de modo que resulte un conjunto de saberes inter y transdisciplinarios.

a) Utiliza la terminología química.

b) Identifica en la tabla periódica: elementos, utilidad y las tendencias periódicas como sus propiedades.

c) Conoce modelos y principios de enlace entre los átomos, los tipos de compuestos, consecuencias en la estructura y propiedades.

d) Comprende los principios fisicoquímicos que rigen las reacciones y los tipos que existen.

e) Comprende los compuestos orgánicos e inorgánicos

f) Identifica los procesos de síntesis, aislamiento y purificación de substancias.

g) Aplica los métodos de análisis y caracterización estructural de los compuestos.

h) Reconoce aspectos de la química interdisciplinariamente.

i) Comprende conceptos, principios y teorías de la Química.

j) Resuelve problemas cualitativos y cuantitativos de la Química.

k) Reconoce, analiza problemas químicos y selecciona estrategias para su resolución.

l) Analiza, interpreta y evalúa información de datos químicos.

m) Comunica información química y argumenta sobre ella.

n) Aplica la tecnología para el procesamiento de datos e información química.

El saber hacer

a) Manipula con seguridad materiales y equipos del trabajo experimental atendiendo a sus propiedades físicas-químicas y evalúa los riesgos del uso inadecuado.

b) Desarrolla laboratorios de carácter sintético y analítico.

c) Aplica métodos de observación, medida y documentación del trabajo en el laboratorio.

d) Maneja la instrumentación básica de laboratorio experimental.

Propuesta de competencias del docente de física

a) Demuestra conocimientos de física, en el bachillerato, a un nivel similar al de los libros de texto en el área de conocimiento.

b) Aplica conocimientos teóricos y prácticos elaborando argumentos en relación con el objeto de estudio.

c) Interpreta datos para emitir juicios que incluyan reflexiones sociales, científicas y éticas.

d) Difunde información, ideas, problemas científicos y soluciones a un público no especializado.

e) Desarrolla habilidades de aprendizaje para emprender estudios con autonomía en áreas especializadas de Física o de multidisciplinar.

El saber transversal de la física

a) Analiza y sintetiza información.

b) Planifica y organiza la información científica.

c) Resuelve problemas interdisciplinarios.

d) Trabaja con autonomía y en equipo, planificando, gestionando y evaluando ideas científicas.

e) Critica y toma de decisiones en contextos de incertidumbre.

El saber y el hacer en la física

a) Comprende leyes, principios, teorías y aplica interdisciplinariamente.

b) Resuelve problemas identificando los principios físicos relevantes.

c) Extrae lo esencial de un proceso científico y establece un modelo matemático realizando aproximaciones con el objeto de reducir el problema hasta un nivel cognoscitivo.

d) Desarrolla una percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías desde situaciones conocidas a desconocidas.

e) Comprende y aplica métodos matemáticos y numéricos utilizados en Física.

f) Realiza experimentos de forma independiente y analiza críticamente los resultados. Establece conclusiones válidas evaluando el nivel de pertinencia.

g) Compara datos experimentales con modelos disponibles, revisa su validez y sugiere cambios con el fin de mejorar la concordancia con los resultados.

h) Presenta resultados científicos propios o de la búsqueda bibliográfica al público no especializado.

i) Busca y utiliza bibliografía técnica como fuentes relevantes para los trabajos de investigación.

j) Realiza cálculos de forma independiente y desarrolla software de Física.

k) Comprende textos técnicos en inglés y presenta resultados científicos.

l) Comprende la naturaleza de la investigación en Física y de las formas de desarrollarla.

m) Posee conciencia de que falsificar o presentar datos fraudulentamente constituye un comportamiento no ético.

CAPÍTULO V

EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS EXPERIMENTALES

Es encontrar equilibrio entre los docentes y el aprendizaje experimental de los estudiantes

5.1. Experiencias Didácticas de Ciencias Naturales

Aprender ciencias naturales investigando pone en el camino de la experimentación, estas actividades tienen relevancia en la educación científica, porque son mediadores entre el contexto de aprendizaje y las estrategias metodológicas que operativizan los interobjetos, describen, explican y predicen hechos y ponen a prueba las teorías pedagógicas.

Es un «modelo-objeto» de representación conceptual; implica al estudiante para que formule hipótesis sobre cómo y por qué ocurren las cosas; para que trabaje con datos e información experimental, que contraste, verifique, ordene y reelabore la información y la presente con claridad. Comparte ideas y valora la de otros aplicando criterios de razonamiento lógicos. En este contexto, el docente acompaña, orienta, estimula, marca direcciones, alienta y detecta las capacidades personales para potenciarlas.

De esta manera, las estrategias metodológicas y el lenguaje científico juegan un rol importante en el aprendizaje experimental, en la escuela y en la vida. Estas ponen en práctica los métodos, técnicas y estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico.

El trabajo docente se aborda desde un enfoque de pensamiento experimental considerando que los sistemas de formación profesional impulsan el pensamiento crítico, la educación científica y experimental.

En este contexto, las experiencias didácticas tienen como objetivo familiarizar a los estudiantes con el pensamiento científico y desarrollar en ellos la curiosidad por conocer. También, plantearse preguntas sobre el contexto que les rodea. El desarrollo de competencias; habilidades y capacidades necesarias para generar procesos investigativos que den respuesta a sus interrogantes.

Por otra parte, las experiencias didácticas ofrecen una representación externa adaptada a la edad y al modelo científico de referencia fruto de su transposición didáctica construidos internamente por los estudiantes.

5.2. Experiencias Didácticas en Ciencias Naturales: Física

Son experiencias conceptuales de la ciencia que van más allá de la memorización de hechos, ecuaciones o algoritmos. Lleva al estudiante a través de explicaciones satisfactorias a la percepción de que aprender ciencia tiene sentido, porque pueden aplicarlo y transferirlo a otros escenarios de aprendizaje experimental. La Física es una de las ciencias que investiga sistemas y cambios fundamentales de la naturaleza, estudiada por otras ciencias y diversas ramas de la tecnología.

Como ciencia, desempeña un rol importante en el desarrollo humano a lo largo de su historia. Analiza la relación entre los avances científicos y el perfeccionamiento social. Desarrolla la cultura científica y la tecnológica ineludible en la colectividad contemporánea.

En el aprendizaje de la física se producen cambios de menor o mayor envergadura cada cierto tiempo, ello obliga adecuar sus objetivos, contenidos, métodos y formas de trabajo acorde con las exigencias de la época y al desarrollo de las concepciones científicas y del avance de la ciencia.

Estrategias para considerar

a. Organiza el trabajo en pares o equipos de estudiantes que incidan en la formación profesional. Estas formas permiten el intercambio de criterios y opiniones con la ayuda de los competentes del proceso de aprendizaje, elaboran estrategias colectivas sobre la base de la responsabilidad individual.
b. Promueve el protagonismo de los estudiantes utilizando recursos para la reflexión, la discusión y el intercambio de experiencias de aprendizaje.

c. Diseñan, ejecutan y controlan el proceso sobre la base del diagnóstico personalizado y grupal. Desarrolla actividades vivenciales ajustándolas a las necesidades de los estudiantes.

d. Concientiza a que aprendan a estudiar desde la concepción del interés por la ciencia, promoviendo el dominio de técnicas y procedimientos de forma autónoma.

e. Promueve la evaluación cualitativa con énfasis en la autoevaluación del estudiante-estudiante para el desarrollo de la personalidad.

f. El análisis conceptual de los objetivos, la vinculación práctica-teoría en desarrollo experimental. El proceso magnitud–unidad, ejercicios (tareas), la ejemplificación y el análisis de las relaciones interdisciplinarias es la clave del éxito.

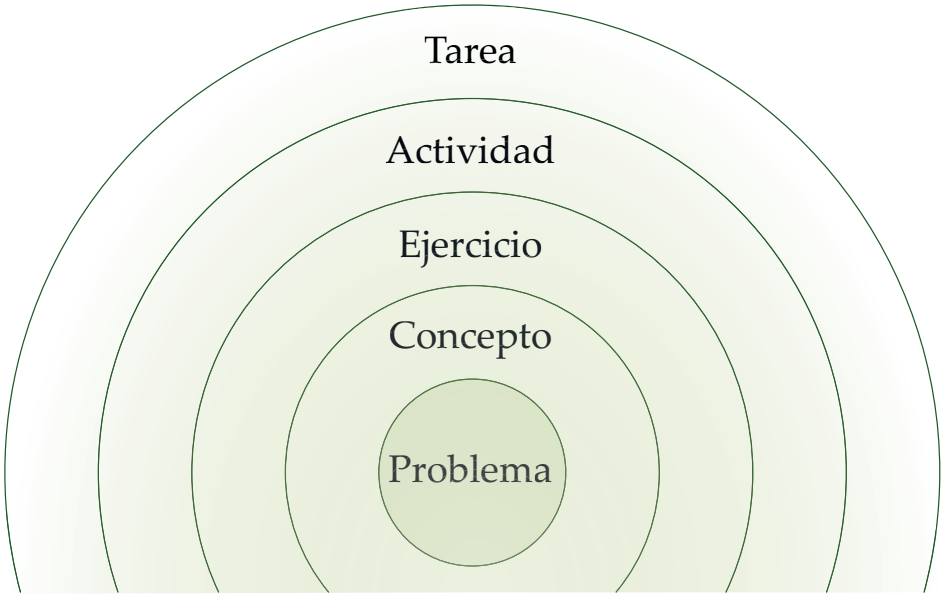


Figura 9. Proceso de aprendizaje de ciencias. Fuente: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

Observación del cielo

a. Años de educación básica: tercero y cuarto.

b. Tiempo: 30 minutos.

c. Recursos: materiales de escritorio.

d. Orientaciones:

Resuelve el taller con orden, emplea los conocimientos basándose en situaciones de la vida cotidiana.

e. Competencia: observa el movimiento del sol, la luna y las estrellas, durante tres semanas consecutivas y registra las observaciones en una tabla de doble entrada. Comunica los resultados a través de la exposición oral para compararlos y escuchar otros puntos de vista.

f. Texto y contexto de análisis.
Con las precauciones respectivas observa y registra con dibujos el sol, la luna y las estrellas por lo menos una vez a la semana a la misma hora. Organiza la información para ser presentada a los compañeros de la clase. Compara las observaciones y discute los cambios observados de las posiciones, la apariencia del sol y la luna; estrellas comunes e identifica su movimiento.
Los equipos de trabajo se formulan preguntas e intentan resolver la tarea a partir de la información obtenida y consultada. También, puedes consular a familiares, docentes, expertos u otras fuentes de información que tengan que se considere relevante.
El rol del docente es preguntar sobre las observaciones, ayudar a organizar la información y estimular para hacer comparaciones y preguntas.
Después del tiempo previsto presentan en grupos los resultados de la indagación con los recursos utilizados en la observación.

g. Conclusiones.

Máquinas simples

a. Años de educación básica: cuarto y quinto

b. Tiempo: 30 minutos

c. Recursos: tijeras, pinzas, alicates, etc.

d. Orientaciones:

- Observa el entorno del hogar e identifica objetos que ayudan a las personas en su trabajo.
- Diseña y compara objetos útiles para solucionar problemas específicos en el trabajo de las personas.

e. Competencia. Describe la importancia de las máquinas simples en el trabajo de las personas a través de herramientas caseras o industriales para valorar la importancia de la ciencia en la sociedad.

f. Texto y contexto de análisis.

En el contexto del hogar o en talleres de mecánica, observa, manipula, dibuja o construye objetos de uso cotidiano y descubre cómo varios de ellos son máquinas simples: tijeras, alicates, depiladores, poleas, cuerdas, y otros. Describe considerando sus partes y funciones. Establece semejanzas y diferencias; clasifica, según criterios de utilidad.

Los docentes acompañan el desarrollo del trabajo y motivan, a través de preguntas, ¿qué uso y funcionamiento tienen?, ¿por qué se consideran máquinas simples?, ¿para qué sirven?, ¿qué relaciones existen entre ellas?, ¿qué experiencias se pueden establecer entre la fuerza que aplicamos y la fuerza de salida de la máquina?, ¿la distancia a la que se aplican las fuerzas de entrada y de salida, incide en el resultado?, ¿qué movimiento producen?, ¿sobre qué aspectos los clasifica? En la tabla de doble entrada registra los resultados de las experiencias con énfasis en dónde se aplica la fuerza y dónde la resistencia.

Para la socialización de los resultados investigamos información científica relacionada con el taller, contrastamos las experiencias y debate para encontrar principios o leyes que expliquen el funcionamiento de las máquinas con relación a la fuerza y distancia de aplicación. Concluimos sobre las ventajas del uso de las máquinas analizadas. Indagamos información de otras máquinas simples que se usan en la mecánica automotriz o en la construcción. Complementa

la investigación con lecturas sobre la historia de las máquinas y sus beneficios para la sociedad.

g. Conclusiones.

Movimiento de un péndulo

a. Años de educación básica: sexto y séptimo.

b. Tiempo: 30 minutos

c. Recursos: cuerdas 50 cm y objeto con peso, etc.

d. Orientaciones:

Diseña el experimento (péndulo) y encuentra la relación que puede ser expresada utilizando las matemáticas como lenguaje para probar hipótesis y verificar el resultado.

e. Competencia. Describe la importancia del péndulo en el trabajo de las personas a través del diseño de objetos para valorar la ciencia en la sociedad.

f. Texto y contexto de análisis.

El péndulo físicamente no es más que un peso en la punta de un hilo flexible y resistente. Puede ser una llave, sortija, piedra pequeña esférica o una joya. Lo importante es que esté suspendido de una cuerda. Los estudiantes para realizar esta actividad buscan información sobre el péndulo simple e identifican las variables que afectan su movimiento como longitud de la cuerda, masa del objeto colgante, ángulo de apertura del movimiento, material de la cuerda, etc. Luego, en grupos planean el experimento para verificar diferentes relaciones entre variables.

Los docentes observan cómo planean y realizan el experimento, ayudan a generar experiencias en las que modifiquen variables. Es clave saber que una medición no basta para llegar a una conclusión. Registrar datos en forma sistemática (tablas, gráficas, dibujos, etc.) para facilitar

el análisis de los resultados. ¿En qué punto del movimiento del péndulo existe máxima tensión?, ¿mínima?, explique convincentemente.

Lo que se necesita para el experimento:

a) Un pedestal de un metro de alto en forma de T.

b) Cuerda de 25 cm de largo.

c) Un trozo de alambre para doblar en forma de gancho.

d) Tuercas. Todas deben configurar un peso y ajustarse al gancho.

e) Un pedazo grande de papel para poner detrás del péndulo o una pared que pueda dibujar.

f) Lápiz.

g) Cinta.

h) Cronómetro.

Cambiar el peso

En este experimento averigua el efecto que tiene al cambiar la masa del extremo de la cuerda.

a) Tira la cuerda para atrás unos 10 - 15 cm.

b) Realiza una marca en la pared o en el papel para asegurarte que soltarás desde el mismo punto.

c) Cuando sueltes, controla el tiempo y cuenta el número de oscilaciones en un minuto.

d) Repite el experimento 5 veces y calcula un promedio.

e) Pon otro peso en el gancho.

f) Suelta el peso desde el mismo lugar. Calcula las oscilaciones, en igual tiempo.

g) Repite varias veces y promedia los resultados.

h) Realiza el mismo procedimiento agregando otro peso.

i) Realiza una tabla estadística con los datos obtenidos.

j) ¡Los resultados te podrían sorprender!
En equipo discute los resultados obtenidos y explica el efecto de modificar los pesos. Cada uno puede escribir un informe del experimento, los resultados obtenidos y las relaciones establecidas.

g. Conclusiones.

Fenómenos ondulatorios:

a. Años de educación básica: octavo y noveno.

b. Tiempo: 30 minutos

c. Recursos: espejos pequeños, cuerda, pito, etc.

d. Orientaciones:

Diseña experimentos ondulatorios como reflexión, refracción, difracción, dispersión, interferencia y resonancia.

e. Competencia. Describe la importancia de los fenómenos ondulatorios a través de la formulación de hipótesis para demostrar sus usos en la industria.

f. Texto y contexto de análisis.
El docente guía la investigación, que consiste en observar y describir los fenómenos ondulatorios como reflexión, refracción, difracción, dispersión, interferencia y resonancia. Los equipos de trabajo comparten la información obtenida, analizan y diseñan experimentos que les permitan observar y verificar que dichos fenómenos ocurren en el contexto social.
Registramos las observaciones del diseño experimental propuesto. ¿Las ondas sísmicas se refractan dentro de la Tierra?, ¿por qué?, por lo tanto, ¿su velocidad cambiará? ¿qué pasa cuando la luz pasa por un

orificio?, ¿cómo hacer en forma casera un arco iris?, ¿qué pasa cuando hacemos chocar un rayo de luz en una pared?, ¿qué ocurre cuando un rayo de luz traspasa un vaso con agua?

El docente plantea interrogantes para la discusión en los equipos de trabajo, formula preguntas que enfatice la determinación de variables y la importancia de los materiales e instrumentos que se emplean en las mediciones.

g. Conclusiones.

Conceptos introductorios de termodinámica clásica

a. Año de educación: décimo.

b. Tiempo: 90 minutos

c. Recursos: termo, jarra y recipiente metálico cerrado con agua caliente.

d. Orientaciones.

Lleva a la sala de clase tres sistemas termodinámicos de diferentes características. Los estudiantes divididos en equipos de trabajo deben ir observando cada uno de ellos.

El docente invita a los estudiantes a que tomen los elementos propuestos y observen si pueden distinguir si el agua está caliente; ¿cómo se dan cuenta si sale o entra energía/materia? A la vez, analizan en los equipos de trabajo sus descripciones y anotan sus impresiones. Finalmente, hacen conclusiones de las características de los sistemas termodinámicos analizados.

e. Competencia. Analiza y clasifica los sistemas termodinámicos en relación con los conceptos de transformación, conservación y degradación de la energía a través de la observación y la experimentación para despertar el interés de los estudiantes por la ciencia.

f. Texto y contexto de análisis.

Es una parte del universo, se sectoriza en este estudio. Es necesario definirlo e identificar las interacciones que son relevantes para el

análisis que se intenta hacer (hay objetos que no se necesita considerar, el color de un objeto si lo que queremos es estudiar su movimiento).En este caso, debemos explicar cómo es el intercambio de materia y calor, ejemplo de sistema termodinámico es una botella cerrada de jugo en la nevera. Dicho sistema está compuesto por la botella y el líquido en su interior es capaz de intercambiar energía con su entorno. Si retiramos de la refrigeradora al poco tiempo estará a temperatura del ambiente. Por lo tanto, si bien no puede intercambiar materia (cerrado) sí puede intercambiar energía. Las interacciones entre un sistema y su entorno tienen lugar a través de una frontera o pared.

g. Conclusiones.

Actividad

Realiza una caracterización de los sistemas termodinámicos estudiados. Utiliza dibujos o describe y responde por escrito las siguientes inquietudes:

a) ¿De qué están compuestos los sistemas analizados?,
b) en el sistema, ¿puede entrar o salir calor?, ¿cómo?,
c) del sistema, ¿puede entrar o salir materia?, ¿cómo?,
d) ¿qué consideras que es entorno o contexto del sistema?

Clasificación de sistemas termodinámicos

Utilizando las características de la actividad anterior, el docente continúa con la descripción de los sistemas termodinámicos y su clasificación según sus características. Al estudio introduce términos como: cerrado, abierto y aislado. A continuación, detalla parte del contenido a ser expuesto.

a. Termo con agua caliente. Sistema termodinámico que no intercambia energía ni materia con su entorno. Llamaremos a estos sistemas: aislados (cerrado y adiabático).

b. Jarra con agua caliente. Sistema termodinámico que intercambia energía y materia con su entorno. Llamaremos a estos sistemas, abierto.

c. Recipiente metálico cerrado con agua caliente. Sistema que intercambia energía, pero no materia con su entorno. Llamaremos a estos sistemas cerrado (cerrado y diatérmico).

Al finalizar la explicación y con el compromiso que asocien nuevos sistemas de la clasificación se les pide a los estudiantes que den ejemplos de sistemas cerrados, abiertos y aislados, justificando su elección. ***Den ejemplos de los tipos de sistema estudiados, ¿por qué?***

Pídales que listen en sus cuadernos de trabajo a través de una tabla de doble entrada.

Otros sistemas termodinámicos

Individualmente por escrito los estudiantes deben realizar la actividad para analizarlo en el equipo y finalmente hacer una propuesta en común.

a. Considera una planta (solo la planta sin tierra) como un sistema termodinámico.

¿Define qué consideras como entorno?,

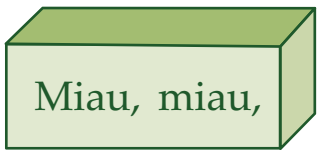
¿intercambia materia con él?, ¿cómo?,

¿y calor?

A partir de las respuestas ¿qué sistema termodinámico es?

b. Gato maullando.

Considera ahora el sistema compuesto por el gato encerrado en una caja térmica. Analiza cuáles son el intercambio y clasifica el sistema.



c. Equilibrio térmico, principio cero de termodinámica

Análisis, confrontar ideas en equipo sobre las siguientes interrogantes:

¿Bien temprano por la mañana, dejé sobre la mesa de la cocina el café con leche preparado listo para servirse?, ¿no tuve tiempo para saborearlo, fui a la escuela?, ¿si por la mañana la temperatura del café con leche era casi 100 °C, ¿a qué temperatura estará cuando regrese de la escuela, si la temperatura de la habitación es alrededor de 20 °C?

Si en un día de verano cuando la temperatura se aproxima a los 28 °C, compro un jugo natural y lo pongo en la refrigeradora. Luego de dos horas, ¿a qué temperatura está?

A partir de las respuestas, el docente explica el equilibrio térmico y el principio o ley cero de la termodinámica. Parte del contenido a ser expuesto se ampliará en el taller:

Dos sistemas están en equilibrio térmico si tienen la misma temperatura.

El principio cero de la termodinámica: si tenemos dos cuerpos con diferente temperatura y los ponemos en contacto en un tiempo determinado, llegarán al equilibrio térmico.

Análisis. ¿El principio analizado y el concepto de equilibrio térmico se explican con el funcionamiento de los termómetros?

d. Discusión de situaciones cotidianas.

Se pide a los estudiantes que analicen en equipo y escriban sus posibles respuestas, luego realicen una propuesta en común.

A. Al levantarse de la cama, pongo un pie sobre la alfombra y el otro sobre la baldosa.

a) ¿Siento alguna diferencia en cuanto a la temperatura?,

b) ¿siguiendo el principio cero de la termodinámica, deberían estar a la misma temperatura para llegar al equilibrio térmico?, ¿cómo puede ser entonces que percibo como si tuvieran temperaturas distintas?,

c) cuándo vamos en el colectivo y nos tomamos del pasamano, ¿contradice

esta situación el principio cero de la termodinámica?

B. A partir de las situaciones que vimos en la clase del café con leche y el jugo, respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Para enfriar una habitación pondré una olla con cubitos de hielo?, ¿por qué?

b. Si caliento en exceso un clavo y luego lo pongo en un vaso con agua, ¿qué sucede con la temperatura del líquido y el clavo?,

c. ¿y si en vez de ponerlo en el vaso lo pongo en una pileta con agua?, ¿podré calentar el agua?

Marca con X las competencias que has desarrollado en las actividades propuestas. Te presento un ejemplo práctico.

Tabla 19

Evaluación de actitudes científicas que se promueven las actividades

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Habilidad cognitivo-lingüística que se promueve	x						
Identifica evidencias de una investigación científica	x						
Extrae o anticipa conclusiones	x						
Demuestra la comprensión de conceptos científicos		x	x	x	x	x	x
Utiliza la información para explicar situaciones complejas				x	x	x	x
Aplica razonamientos para extraer conclusiones		x	x	x	x	x	x
Justifica o argumenta tus aprendizajes	x	x	x	x	x	x	x

Formula preguntas novedosas relacionados al tema							x
Organiza la información relevante del tema							x
Identifica cuestiones relacionadas al tema analizado				x	x	x	x
Toma decisiones para investigar problemas relacionados							x
Sacar y comunicar conclusiones						x	x
Utiliza el conocimiento para resolver problemas de la vida.	x	x	x	x	x	x	x
Comprende y decide ¿cómo aplicar el conocimiento?		x	x	x	x	x	x
Interpreta la información en gráficos novedosos						x	x
Interpreta la información en ensayos académicos (textos)		x	x	x	x	x	
Comprende los conceptos científicos relacionados al tema		x	x	x	x	x	x
Identifica la evidencia necesaria para responder a las preguntas planteadas por otros estudiantes							x
Relaciona las conclusiones con las evidencias							x
Construye categorías para la clasificación de información							x
Identifica variables de estudio							x
Usa pensamiento analógico para diferenciar objetos		x		x			
Otra que se les ocurra							x

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

5.3. Experiencias Didácticas de Ciencias Naturales: Química

Los fundamentos epistemológicos desde los que asumimos las experiencias didácticas de química se interrelacionan con la didáctica experimental porque admiten que el conocimiento es pertinente con la formación científica y humanista. Son elementos dinamizadores del proceso, consideran leyes y principios de los interobjetos de estudio, propician espacios para la construcción de significados y el interés por aprender ciencias.

Desde nuestro punto de vista explicamos algunas interrelaciones:

A. La formación conceptual metodológica integrada se manifiesta en la relación dinámica entre el todo y sus partes. Caracterizado por la formación de habilidades utilizando estrategias de trabajo interdisciplinares, métodos y recursos para hacer ciencia en la educación básica y bachillerato.

B. La formación cultural del estudiante lo integran la gnoseológica y la interpretativa integrada. La dinámica de estos componentes facilita la construcción teórica de los fenómenos químicos a partir de sus principios y leyes generales.

C. La formación integral constituye la síntesis de las anteriores porque integra la ciencia-química y ciencia-didáctica. En este escenario se hace necesario propiciar una comprensión integral del proceso formativo donde el estudiante no repita la explicación del docente, sino que armonice el conocer, el hacer, el ser, el convivir y el emprender con su cultura. Integrando lo cognoscitivo y lo axiológico.

a) El estudiante acepta, reconoce y construye su realidad mediada por el grupo cultural al que pertenece.

b) Se debe reconocer y aceptar que los docentes son facilitadores más que transmisores de la Química Matemática, considerar que el razonamiento es más duradero que el conocimiento específico.

c) Se debe conocer lo que se enseña, cómo y para qué.

d) El estudio de fenómenos químicos va más allá de lo observable, requiere de la profundización de conceptos y procedimientos en el trabajo experimental.

5.4. Experiencias Didácticas en Ciencias Naturales: Biología

Planear el aprendizaje de la biología a través de metodologías investigativas integradas como una espiral de bucles reflexivos se evidencia en planear-actuar; observar-reflexionar y re-planificar los aprendizajes es urgente. Esta idea contradice la formación tradicional que ha girado en torno a la enseñanza fragmentada del saber científico, enciclopedista, memorístico, descontextualizada de lo cotidiano y del interés de los estudiantes.

En este contexto, la planificación y la reflexión pedagógica constituyen una estrategia que promueve la educación científica. Entonces, es indispensable la transformación de las metodologías de aprendizaje orientadas a que los estudiantes sean protagonistas de la exploración, reflexión, y la resolución de problemas que ocupe el lugar central de este activo proceso.

Para comprender la naturaleza-vida no basta describirlos, es necesario analizar su origen, para ello los estudiantes desarrollan un pensamiento lógico-dialéctico y confirman la diversidad, la unidad e integran convicciones propias de ella. La integración de la concepción científica de la ciencia experimental se realiza con efectividad a través del aprendizaje problémico porque logra durabilidad de significados y motiva el aprendizaje biológico.

Diversidad biológica y evolución

a. Años de educación sugerido: noveno y décimo.

b. Tiempo: 45 minutos.

c. Recursos: texto de ciencias naturales.

d. Orientaciones**.**

Investiga bibliografía relacionada con la biodiversidad, la evolución, la selección natural, la mutación, las migraciones y la selección artificial a través de textos de Ciencias para conocer cómo afectan a las poblaciones y a los procesos evolutivos.

- Plantea hipótesis sobre evolución de las especies.
- Compara hipótesis de los estudiantes sobre evolución investigados en distintas fuentes bibliográficas y presenta de manera creativa.
- Aprecia la biodiversidad ecuatoriana como una de nuestras mayores riquezas.

e. Competencia. Valora la evolución de la diversidad biológica a través de las interacciones entre los factores ambientales y la selección natural que modifican a los seres vivos para comprender una de nuestras mayores riquezas.

f. Texto y contexto de análisis.

La diversidad biológica se refiere a los seres vivos que habitan en el planeta y los patrones naturales que la conforman. Es el resultado de años de evolución según procesos naturales. Es un concepto fundamental, complejo de comprender el espectro de la organización biológica desde genes hasta comunidades ecológicas, sus componentes estructurales, funcionales, así como las escalas de espacio y tiempo.

g. Preguntas directrices para investigar:

- ¿Los seres vivos son el resultado de un proceso de cambio? (evolución biológica), ¿todos los seres vivos tienen un origen común?, ¿cuáles son las evidencias que apoyan estas investigaciones?
- El proceso de selección artificial como mecanismo explicativo del proceso evolutivo.
- Características de la herencia y su aplicabilidad en la vida.
- Formación de la corteza terrestre, ejemplo, los movimientos telúricos.
- Producción y socialización del conocimiento.

- En equipo comparte la información investigada, interrelaciona conceptos, debate, analiza, compara, argumenta, predice, comunica, clasifica, transfiere el conocimiento y discute razonadamente tus ideas, etc.
- Selecciona un grupo taxonómico de interés y propone posibles explicaciones evolutivas que permitan ilustrar cómo dichos fenómenos han actuado sobre él.
- Utiliza información de tipo morfológico, molecular, fisiológico, fósil o de comportamiento.
- La característica encontrada compara y establece jerarquías temporales de aparición o desaparición de las especies.
- Un integrante del equipo presenta su indagación de reconstrucción evolutiva. La hipótesis planteada y las evidencias encontradas, las ventajas, problemas y resultados.
- Debate, las explicaciones evolutivas presentadas, los conceptos que fundamentan los trabajos, su importancia y su aplicación a las actividades humanas.

h. Actividad cognoscitiva.

Marca con X las competencias que has desarrollado.

Orientación: 1. ( ) Investigación. 2. ( ) Contenido científico. 3. ( ) Diversidad biológica. 4. ( ) La evolución de las especies. 5. ( ) La selección natural. 6. ( ) Las mutaciones. 7. ( ) Las migraciones. 8. ( ) La selección artificial.

Tabla 20

Evaluación de actitudes científicas

COMPETENCIAS QUE PROMUEVEN LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD INVESTIGATIVAS REALIZADAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identifica evidencias de una investigación científica				X					
Demuestra la comprensión de conceptos científicos			X					X	X
Utiliza la información para explicar situaciones de utilidad				X	X	X	X	X	X
Justifica o argumenta la información presentada			X	X	X	X	X	X	X
Formula preguntas relacionadas al problema	X			X					X
Define problemas que orienten la utilización del conocimiento									
Estructura hipótesis que orienten el trabajo de investigación				X					
Realiza inferencias entre los temas investigados					X			X	
Organiza información para presentar a los colegas de la clase			X	X			X	X	
Toma decisiones para hacer el trabajo con calidad	X		X						
Interpreta información a través de gráficos									X
Interpreta información actualizada de textos científicos					X		X		
Identifica evidencias para responder las preguntas planteadas			X						X
Relaciona las conclusiones con las evidencias del trabajo			X	X			X		X
Construye categorías para la clasificación de información			X	X					X
Razona sobre la información obtenida y analiza casos prácticos y extrae las conclusiones respectivas	X								

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

Botiquín verde

a. Años de educación sugerido: noveno y décimo.

b. Tiempo: 45 minutos.

c. Recursos: huertos caseros con plantas medicinales y aromáticas.

d. Orientaciones:

Investiga información cultural de abuelos sobre el uso y beneficio de plantas medicinales para el tratamiento terapéutico cómo alternativa a los medicamentos químicos.

Con el apoyo de los docentes del área de ciencias naturales realiza la observación del contexto inspirados en las plantas medicinales aromáticas cultivadas en las huertas escolares. Esta actividad desarrolla habilidades científicas de manera no tradicional, haciendo énfasis en la curiosidad y la pregunta.

La propuesta promueve una mirada a la indagación que ofrece elementos como: el conocimiento científico escolar, la necesidad social, el interés de los saberes ancestrales y la dinámica del conocimiento del estudiante. Desde estos elementos se construye pautas de trabajo dialógico, en él se interpreta, comprende y aporta información a los espacios de aprendizaje colaborativos entre estudiantes y docentes. Estos procesos alcanzan resultados satisfactorios desde diferentes rutas de acción que generan preguntas que permitan enriquecer el conocimiento experimental a través de la metodológica de acción.

e. Competencia. Utiliza la información cultural ancestral a través de la investigación documental y experiencias de los abuelos sobre el uso de plantas medicinales como alternativa de tratamiento terapéutico y la no utilización de los medicamentos químicos.

f. Texto y contexto de análisis.

Como antecedente teórico se inicia desde la implementación y mantenimiento de cultivos de plantas aromáticas en la huerta escolar.

Sobre el tema se desarrolla conversatorios con los estudiantes para consolidar un marco teórico que fundamente la pregunta de investigación para comprender y contextualizar el problema de aprendizaje:

a) Historia, importancia y utilidad de las plantas aromáticas y medicinales.

b) Fisiología y taxonomía de las plantas aromáticas y medicinales.

c) Morfología de las plantas medicinales: tricomas.

d) Relación de las plantas aromáticas y medicinales con el hombre: etnobotánica, aromaterapia.

e) Obtención de: aceites esenciales, compuestos orgánicos, estructuras químicas, y principios activos de las plantas.

En la huerta observa y selecciona plantas de diferentes especies y procede a investigar.

Ejemplo del trabajo a realizar lo presento en la tabla siguiente.

Tabla 21

Plantas aromáticas y medicinales

Ajo (*Alium Sativum I*)		**Apio (*Apium Graveolens l*)**	
Reino	*Plantae*	Reino	*Plantae*
División	*Magnoliophyta*	Subreino	*Tracheobionta*
Clase	*Liliopsida*	División	*Magnoliophyta*
Orden	*Asparagales*	Clase	*Magnoliopsida*
Familia	*Amaryllidaceae*	Subclase	*Asteridae*
Subfamilia	*Allioideae*	Orden	*Apiales*
Tribu	*Allieae*	Familia	*Apiaceae*
Género	*Allium*	Subfamilia	*Apioideae*
		Género	*Apium*
		Tribu	*Allieae*
		Especie	*A. graveolens*

Fuente: autoría propia.

Esta estrategia facilita el aprendizaje colaborativo, la indagación sistemática, la retroalimentación y la comprensión del objeto de estudio, características propias de la autoformación y organización del aprendizaje.

Actividad 1. Producción y socialización de conocimiento.
Este es un momento importante porque el acto de escribir y hablar sobre lo que se trabaja es un proceso de pensamiento que explora y desarrolla habilidades comunicativas y científicas. Es intelectual para la difusión y apropiación del conocimiento, en ella los estudiantes comparten sus investigaciones en comunidad mediática. Esta es testigo del avance del conocimiento científico.

Actividad 2. Investiga características de plantas aromáticas.

a. Considera el ejemplo desarrollado e investiga las características, del: limoncillo, llantén, manzanilla, malva, ortiga, paico, romero, sauco, toronjil, valeriana, zábila, etc.
b. Realiza una indagación etnobotánica entrevistando a las personas que venden plantas aromáticas en el mercado de tu localidad; la huerta de familiares, y bibliográfica especializada de la Etnobotánica.
c. Debate la información en la sala de clase.

Orientación
Marca con X las competencias que has desarrollado.

Te presentamos un ejemplo práctico:
Investigación sobre la historia de las plantas. ( )2. Fisiología. ( )3. Taxonomía. ( ) 4. Morfología. ( ) 5. Propiedades medicinales. ( ) 6. Características de los huertos familiares. ( )7. Las entrevistas. ( ) 8. La difusión del conocimiento. ( ) 9 Solvencia académica. ( )

Tabla 22

Evaluación de actitudes científicas del botiquín verde

COMPETENCIAS QUE PROMUEVEN LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD INVESTIGATIVAS REALIZADAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identifica evidencias de una investigación científica				X					
Demuestra la comprensión de conceptos científicos			X					X	X
Utiliza la información para explicar situaciones de utilidad				X	X	X	X	X	X
Justifica o argumenta la información investigada			X	X	X	X	X	X	X
Formula preguntas relacionadas al problema propuesto	X			X					X
Orienten la utilización del conocimiento									
Estructura hipótesis que orienten el trabajo de investigación				X					
Realiza inferencias entre los temas investigados					X			X	
Organiza la información para presentar en la clase			X	X			X	X	
Toma decisiones para realizar el trabajo con calidad	X		X						
Interpreta información a través de gráficos									X
Interpreta información actualizada de textos científicos					X		X		
Identifica la evidencia necesaria para responder las preguntas planteadas			X						X
Relaciona las conclusiones con las evidencias del trabajo			X	X			X		X
Construye categorías para la clasificación de información			X	X					X
Razona sobre la información obtenida y analiza casos prácticos y extrae las conclusiones respectivas.	X								

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

La fotosíntesis

¿Es importante para la vida?

a. Años de educación sugerida: séptimo, octavo y noveno.

b. Tiempo: 90 minutos.

c. Recursos: bibliografía de Ciencias Naturales, restos orgánicos, etc.

d. Orientaciones:

- Lee atentamente el texto y responde las preguntas a continuación.
- Texto original, Jean Baptist Van Helmont relata una experiencia realizada a principios del siglo XVII.

Contesta las preguntas planteadas.

e. Competencia. Indaga los fundamentos de la fotosíntesis, la importancia como punto de partida de la explicación y establece el modelo de acuerdo con las características del contexto.

f. Texto y contexto de análisis:

Aproximadamente 400 años de la formación del universo, investigadores del contexto biológico observaron que los procesos vitales de los seres vivos dependían del alimento que ingerían, pensaron que las plantas tomaban su alimento del suelo de un modo similar. Este concepto fue aceptado hasta que Jan Baptista van Helmont (1577- 1644) ofreció la primera práctica experimental.

Experimento. El biólogo Meinardi (2011): «Tomé una maceta, en la cual coloqué 90,7 kg de tierra que había secado en un horno, la humedecí con agua de lluvia y sembré en ella el tronco o tallo de un árbol de sauce que pesaba 2,30 kg. Cuando era necesario, siempre humedecí la tierra... (…) Cubrí los bordes de la maceta con una placa de hierro y plomo, con muchos huecos. No pesé las hojas que fueron cayendo durante cuatro otoños. Luego de 5 años volví a pesar la planta y la tierra».

e. Reflexión:

- Imagina lo que pasó después de 5 años, cuando el biólogo volvió a pesar la planta y la tierra.
- ¿A qué acusas lo sucedido?

f. Conclusión: después de 5 años de cuidados, el arbusto había crecido y pesaba 76,74 kg. Al final, secó la tierra que había en la maceta y encontró los mismos 90,7 kg, faltando unos 5 g. Por lo tanto, 74,5 kg de madera, corteza que se desarrolló con el agua.

¿Qué opinas de las conclusiones de Van Helmont? ¿Por qué?

i. Trabajo de laboratorio.

Guía de laboratorio

Título: La fotosíntesis.
Objetivo. Comprender que el bióxido de carbono, el agua, la luz, la temperatura, la clorofila, etc., son necesarios para que se realice la fotosíntesis. Es la síntesis de compuestos orgánicos y la alimentación de los vegetales. El desprendimiento de oxígeno es uno de los resultados del proceso fotosintético.

Material por laboratorio

Embudo con tubo largo.

Vaso de precipitados de 300 ml.

Vaso de precipitados de 250 ml.

Tubo de ensayo 10 X 200.

Lámpara alcohol.

Materiales que traen los estudiantes:

- ramas de planta acuática (elodea),

- fósforos de madera,
- un palillo o aplicador de madera.

Procedimiento

- Coloca la planta acuática (elodea) dentro del embudo.
- Coloca el embudo con la elodea dentro del vaso de precipitados de 300 ml. En forma invertida.
- Llena con agua el vaso que contiene el embudo y la elodea, auxiliándote de otro vaso, coloca el agua despacio hasta el talle del embudo para no generar burbujas antes de colocarle la lámpara.
- Coloca el tubo de ensayo en el tubo del embudo.
- Prende la lámpara en dirección del embudo y la elodea, observa la reacción.
- Espera un momento hasta que se genere oxígeno en el tubo de ensayo y posteriormente con un cerillo encendido observa lo que pasa dentro del tubo.
- Si se forma un destello de luz en el tubo, ¿qué es lo que sucedió?
- Realiza tus conclusiones y observaciones.

Contestar

- ¿Cuáles son los elementos para que se inicie la fotosíntesis?, ¿qué es la fotosíntesis?,
- si aparecen burbujas dentro del embudo, ¿qué gas se está generando como resultado de este proceso?,
- ¿cuál es la función del dióxido de carbono en la fotosíntesis?,
- ¿cuál es el papel de la luz en la fotosíntesis?,
- ¿por qué se coloca el recipiente a la luz solar?,
- ¿qué función realiza la elodea?,

- ¿qué relación existe entre la elodea, el agua y la luz?,
- ¿en qué proceso participa el bióxido de carbono?,

CAPÍTULO VI

METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE DE CIENCIAS

Es el camino a la interdisciplinaridad, la característica el entrelazamiento de saberes

6.1. Metodología de Aprendizaje de Ciencias

Las metodologías proveen al estudiante orientaciones didácticas para el desarrollo de competencias inter y transdisciplinarias en el contexto del aprendizaje experimental. Es producto de la reflexión y el desarrollo del pensamiento a partir de actividades derivadas de la investigación competencial. Comprenden que el salón de clase es un ecosistema de incubación de ideas para acceder a nuevas y complejas formas de generación de saberes, dónde los estudiantes asumen el rol de actores del proceso en sintonía con las tendencias de la ciencia y la educación científica. La metodología propuesta configura escenarios para compartir, socializar e intercambiar experiencias que contribuyan a superar la visión instalada en varios académicos en relación con la noción fragmentada del conocimiento. Y teorizar los métodos de apropiación y difusión del conocimiento. Entonces, se hacen necesarios procedimientos metodológicos que satisfagan la complejidad del aprendizaje. Desarrolle competencias en los estudiantes para que no simplifiquen el conocimiento.

La propuesta es resultado de procesos de investigación que pretende dar cuenta de la naturaleza de la didáctica experimental, que busque caminos para desarrollar aprendizajes funcionales, contextualizados y pertinentes. Está mediada por criterios de transdisciplinaridad que implican compromisos de elaboración, un marco general a la especificidad disciplinar. Que modifique y reconfigure dependiendo del impacto de otras ciencias. Apertura procesos de interacción dialógica entre disciplinas que apoyen la consecución de discursos amplios para dar cuenta de la complejidad propia de la naturaleza científica de las ciencias. Esta idea se traduce a partir de distintas asignaturas que intercambian metodologías y estrategias pedagógicas para la integración de saberes, lo que constituye la mejor metáfora para explicar la movilización del conocimiento en el contexto de la sociedad de la información y del conocimiento.

En este contexto, la aplicación del aprendizaje vivencial en la educación básica y bachillerato constituye una vía efectiva de motivación. Estudia la naturaleza para defenderla y conservarla. Las ciencias naturales

aplican el aprendizaje problémico porque su contenido refleja el carácter contradictorio de los interobjetos de estudio. Orienta la definición de los fenómenos y procesos de cambio, y su nivel de profundidad está en relación con las competencias científicas de los estudiantes. De esta manera se han identificado varias formas de plantear estas contradicciones:

Observación, comparación y experimentación

Se suele afirmar que la observación de la realidad constituye el origen de todo el proceso investigativo, es la «mirada atenta» de los sucesos que permiten obtener datos esenciales del interobjeto de estudio. Es un procedimiento de indagación, discusión y resolución de conflictos académicos a través de criterios relacionados con un problema de aprendizaje.

6.2. Ejemplos para Ilustrar la Metodología Propuesta

a. La apreciación de fenómenos y procesos observables que aparentan tener una causa diferente a la verdadera. El Sol «sale» por el este y se pone por el oeste. Aparentemente, este astro se traslada, sin embargo, este fenómeno tiene como causa el movimiento de la Tierra de oeste a este (rotación). Se hace notar a los estudiantes que la causa del fenómeno no es la que aparenta tener a simple vista.

b. Los contextos que dan lugar a una actividad experimental realizada en la clase o relatada de una práctica investigativa. Los resultados son inexplicables para los estudiantes. Ejemplo, construimos una vasija pequeña de papel. Ponemos agua y sometemos al fuego, observarás que el fuego no quema al papel. El resultado del experimento es inexplicable para los estudiantes y se crea una situación problémica.

   Experimento relatado: Van Helmont en el siglo XVII plantó un brote de sauce en una porción de suelo (se puedan dar las cifras en kilos o en libras). Después de cuidarlo cinco años regando agua todos los días, encontró que el peso del suelo había disminuido unos pocos

gramos, mientras que el brote de sauce se había convertido en un árbol que pesaba varios kilogramos. Al comprender la diferencia entre la disminución del peso de la tierra y el aumento en la masa del árbol queda evidenciada la contradicción.

c. La comparación entre dos objetos, fenómenos o procesos que generan varias alternativas. El agua es considerada por varias personas como el alimento de las plantas, sin ella se marchita y mueren. Sin embargo, el H_2O no constituye alimento de un ser vivo. Las plantas son organismos vivos, su alimento no es el agua, sin embargo, esta no puede faltarles. También, cuando se compara un árbol con un edificio de igual tamaño, se hace notar que el agua llega hasta el tanque alto porque una bomba la impulsa hacia arriba, en contra de la fuerza de gravedad. En el árbol, el agua llega hasta las ramas altas y desafía a la gravedad. Sin embargo, la planta no cuenta ni con un corazón ni con una bomba acoplada que impulse el agua. ¿Por qué?

d. Situaciones generadas por fenómenos producidos por la tecnología sobre la base de procesos físicos o químicos desconocidos por los estudiantes. Generalmente, se manifiestan contradicciones entre lo conocido y lo desconocido. Después de estudiar las formas de propagación del calor, se les presenta un termo en su interior los líquidos conservan la temperatura. Se les recuerda los temas antes estudiados. Esto genera una situación problémica. Es inexplicable que no se cumpla en este caso un proceso que se había estudiado anteriormente.

e. La cadena de contradicciones relacionadas con las ciencias de la naturaleza, el docente presenta el problema de tal manera que la solución de un genera otro. Formas para orientarse en un terreno, lo cual nos hace pensar en la utilidad de la brújula.

f. La ciencia-ficción o cuentos infantiles o juveniles cuyo eje temático se trabaja sobre la base de elementos sorprendentes, por ser desconocidas por los estudiantes en ese momento.

g. Los puntos de vista opuestos en las ciencias naturales aceptables o

verídicos que dependen de su contrario correspondiente. Sin embargo, se complementan mutuamente por los ejes de contradicción o paradojas de las ciencias. Las plantas son diversidad, pero al mismo tiempo hay unidad. Estos dos conceptos contrarios por completo se relacionan y complementan.

h. Los criterios opuestos sobre un problema de ciencias. El correcto es aparentemente erróneo. Al presentar una montaña representada por sus curvas de nivel, se relata cómo dos andinistas discutían por dónde debían escalarla. El A opinaba que debía escalarse por la ladera norte por existir en esa vertiente menor distancia entre la base y la cima (esta es una razón convincente). El B opinaba que debía escalarse por la ladera sur, aunque existe mayor distancia entre la base y la cima. En este caso el B, aparentemente errado, es el que tiene la razón, la ladera norte resulta muy peligrosa o abrupta.

i. Las contradicciones de dos épocas históricas diferentes basadas en las diferencias tecnológicas. Los acueductos romanos, grandes obras de ingeniería edificadas a enormes alturas, con canales que tienen la misma altitud. Trasladan agua de la que se abastecía la ciudad, (a pesar de que hubiera sido más fácil tender los tubos bajo tierra o al mismo nivel del suelo).

j. Los procesos astronómicos, físicos, químicos, geográficos o biológicos que originan consecuencias inesperadas para quien no conoce sus relaciones y nexos causales. Cuando salimos del agua después de un baño en el mar, a pesar de encontrarnos expuestos al Sol, sentimos frío. Sin embargo, deberíamos sentir más calor antes de entrar al agua. Como se aprecia el procedimiento es enfatizar en los elementos contradictorios.

k. Las contradicciones de causa-efecto en las que la causa puede transformarse en efecto y viceversa. Para que se desarrollen las plantas tiene que existir suelo nutritivo. Para que se forme el suelo es necesaria la presencia de restos vegetales. Entonces, ¿existían vegetales donde no hubo suelo?, sin embargo, se desarrollaron las plantas. Es que, si no

había plantas no podía haberse formado el suelo. La disyuntiva está en discernir qué fue lo que se desarrolló primero el suelo o los vegetales.

l. Las contradicciones sobre la base de un elemento que signifique lo contrario para dos sujetos. El Sol constituye el centro del Sistema Solar, para un topo o murciélago esa luz es perjudicial y para un ave (mirlo) significa algo maravilloso. Deben revelarse a los estudiantes estos dos puntos opuestos y argumentar cómo para los sujetos que reciben el mismo elemento significa lo contrario.

m. Los cambios radicales que sufre un fenómeno de la naturaleza. Al transcurrir un tiempo, un objeto se transforma, es decir, el resultado es el cambio, algo opuesto a lo que era inicialmente. La Tierra primitiva era todo lo contrario a lo que es actualmente, se fue transformando de tal modo que el resultado es increíble.

Existen diversas formas de revelar las contradicciones en las ciencias naturales. Una misma contradicción podría ser revelada de maneras diferentes. El docente debe seleccionar la forma conveniente en correspondencia con las características del grupo de escolares y del material con que se dispone.

6.3. Técnica para el Aprendizaje de Ciencias

Las técnicas sobrepasan las barreras del aprendizaje fragmentado, fomentan las competencias y la enseñanza vivencial del estudiante: la pregunta, la indagación, el laboratorio, la V de Gowin, el mentefacto y la clase invertida tiene que estar entre nuestras opciones metodológicas. Estas hacen que los estudiantes resuelvan situaciones novedosas, retos o responder a preguntas a través del razonamiento, recursos de investigación, reflexión y cooperación activa.

Las técnicas experimentales hacen que:

a) Los estudiantes trabajen más que escuchar.

b) La transmisión de la información se enfatice menos y se dé espacio al razonamiento y la actividad práctica.

c) Se aplique un proceso de pensamiento de orden superior.

d) Se realicen actividades de lectura, escritura académica o el debate.

e) Exploren actitudes y valores de la ciencia.

6.3.1. La pregunta como técnica de aprendizaje de ciencias

Las preguntas son indispensables para estimular la creatividad de los estudiantes. Desarrollan ideas, favorecen la construcción y reconstrucción de los conocimientos, trabajan el pensamiento crítico y generan aprendizajes auténticos. Son estrategias que permiten al docente y al estudiante que investiguen y proyecten ideas. Permiten que afloren diálogos, favorecen la participación en el debate en la clase, por ende, la adquisición de conocimientos. Para desarrollar esta estrategia, el docente debe ofrecerles fuentes de información confiables para que los estudiantes preparen sus trabajos.

Proceso:

a. Preguntas abiertas.

Promueven las discusiones efectivas. Estas se sugieren utilizar con frecuencia.

Tema: El calentamiento global.

Investiga evidencias. ¿Qué te hace pensar que existe el fenómeno?

Explica: ¿cuáles son las causas para que se produzca?

Relaciona conceptos, ideas y opiniones: ¿cómo es el cambio de temperatura?

Predice: ¿qué actividad realizarás para aplicar los conocimientos adquiridos en la clase en el contexto dónde vive?

Describe: ¿qué observas en el contexto dónde vives?

b. Preguntas generadoras de lectura, promueven el trabajo en equipo.

Tema: La contaminación del agua.

Se sugiere organizar equipos de trabajo de un par estudiantes y pedirles que formulen unas dos preguntas del problema propuesto. Luego, pedirles que compartan con otros que estén cerca. Posteriormente, entre los cuatro estudiantes seleccionan una pregunta retadora que debe ser expuesta en un segundo momento de la clase y discutir con todo el grupo.

c. Preguntas que motivan el aprendizaje.

Estas motivan a responder interrogantes si se hacen de forma oportuna. Es decir, se determina tiempo, cantidad de información, público escucha, novedad.

Se estructura así:

Tema. El reciclaje de residuos sólidos en la escuela.

Tiempo. Tienen un minuto y 45 segundos para leer (motiva a los estudiantes).

Cantidad, lee el párrafo para encontrar la idea central. Es clara la cantidad de trabajo a realizar. La tarea es desafiante pero no abrumadora.

Público, cuando termines prepárate para compartir con los colegas de la clase (sabe que su trabajo será conocido por el público, aumentará el interés de los estudiantes).

Novedad, mientras lees, señala palabras o frases que apoye la idea que escogiste (pequeñas variaciones en la rutina académica que motivan a los estudiantes).

d. Preguntas socráticas.

Son técnicas para socializar la información con los estudiantes y enriquecer los saberes efectivos a través de ellas. La estrategia facilita el diálogo colaborativo.

Preguntas de estilo socrático son:
Tema. La clonación.

a) ¿Qué es para ti?,

b) ¿Qué quieres decir efectivamente?,

c) ¿Qué es lo que realmente se está diciendo del problema?,

d) ¿Presume que te equivocas con lo que dices?,

e) ¿Cómo podría saber que lo que dices es verdad?,

f) ¿Qué consecuencias tendría eso?,

g) ¿Por qué es importante?,

h) ¿Cómo llegas a esa conclusión?

6.3.2. La indagación como técnica de aprendizaje

La indagación como estrategia de aprendizaje es reflexión sobre la educación científica; contribuye al aprendizaje auténtico porque desarrolla actividades que llevan a los estudiantes a realizar observaciones, plantearse preguntas, examinar textos y otras fuentes de información. Promueve la planificación de los trabajos científicos porque revisan lo que tienen que hacer, saben a la luz de la evidencia experimental o experiencial, la recolección de la información, analizan e interpretan datos, proponen preguntas, explicaciones, predicciones, comunican y socializan los resultados como producto de los procesos sistemáticos desarrollados.

Investigar es un proceso complejo y una actividad diversificada, se necesita de docentes que reflexionen sobre los caminos para acercar el objeto de estudio, a los estudiantes y aprehenderlo. Desarrollar el aprendizaje de ciencias utilizando la metodología de la indagación demanda que el docente tenga amplios conocimientos del problema y experiencias efectivas. Esta estrategia permite que los estudiantes aprendan ciencia haciendo ciencia.

Proceso de aplicación de la indagación:

a. Tema/ problema: El oxígeno.

b. Focalizamos el problema de aprendizaje, motivamos a los estudiantes para que formulen preguntas retadoras para conocer sus preconceptos acerca del problema. No es cuestionar, sí escuchar la opinión de ellos e indagar el nivel de conocimiento acerca del problema. Aquí son importantes las preguntas previamente elaboradas. Se resuelven las inquietudes de los estudiantes.

c. Objetivo de la clase: qué se quiere que los estudiantes aprendan, comprendan o ejecuten como resultado del proceso.

d. Exploración-lluvia de ideas. Es el momento de experimentar con los interobjetos, fenómenos u organismos de la ciencia para resolver dudas, indagar, descubrir y crear conceptos. Esta parte es importante en la planeación curricular. Es una experiencia que ayuda a que los estudiantes refuercen o reconstruyan el aprendizaje del problema estudiado.

e. Reflexión de la actividad, los estudiantes analizan las observaciones realizadas, los datos obtenidos, revisan las apreciaciones iniciales y contrastan sus conocimientos. Concluyen y hacen el cierre de la experimentación y presentan evidencias.

f. Aplicación del conocimiento, cómo se utiliza para resolver problemas del día a día.

g. Evaluación continua está presente en el proceso, no al final, se debe centrar en los logros del «saber» «saber hacer». Es recomendable, utilizar rúbricas de evaluación que permiten evaluar el proceso más que el producto final.

6.3.3. Técnica de la creatividad. «Edward de Bono»

El pensamiento lateral es un enfoque provocativo, creativo y divergente para resolver los problemas de aprendizaje desde distintos puntos de vista, distanciándonos de las técnicas de pensamientos lógicas, directas y tradicionales. Permiten encontrar caminos de respuesta a los problemas planteados. ¿Cuál es el animal que tiene los pies en la cabeza?

Proceso metodológico

Problema: Fecundación humana.

a. P.N.I: Positivo, negativo, interesante.
Permite considerar las ideas desde diferentes puntos de vista y emitir juicios de valor pertinentes al objeto de estudio.

b. C.T.F: Considerar, todos los factores.
Es aplicable cuando hay que tomar decisiones o pensar en algo importante para la elección correcta.

c. C. y S.: Consecuencias y secuelas.
Implica mirar al futuro para prever los resultados esperados de una decisión.

d. P.B.: Prioridades básicas.
Aplicable ante una situación en la que se tenga que tomar una decisión, no se debe efectuar sin antes considerar ciertos elementos que ayuden a que la decisión sea la acertada.

e. O.P.V.: Otros puntos de vista.
Se utiliza para considerar la opinión de expertos en relación con determinado problema.

Rúbrica de evaluación

Es un conjunto de criterios y estándares relacionados con los objetivos de aprendizaje. Se organiza una matriz con los criterios expuestos en la estrategia.

6.3.4. El laboratorio de construcción del conocimiento

El experimento da a conocer a los estudiantes los métodos: científicos, experimentales y de investigación. La metodología experimental debe proyectarse atendiendo características propias de su desarrollo, mejorar la formación de los docentes, perfeccionar la integración de la teoría y la práctica, la investigación formativa y generativa y formar egresados con competencias para el trabajo pedagógico experimental.

Según Dewey (1910), citado por Gómez (2018):
«La mejor y, de hecho, la única preparación necesaria para el aprendizaje es abrirse a la percepción de que algo necesita ser explicado, algo inesperado, misterioso, peculiar… es el sentido de un problema el que fuerza la mente a revisar y recordar el pasado para descubrir qué es lo que significa la pregunta que nos hacemos y cómo podemos resolverla» (p.32).

Competencias que desarrolla el laboratorio:

a. Conocen y comprenden la aplicación práctica de conceptos y la terminología científica; principios, procedimientos, estrategias, fundamentos de las disciplinas. Los objetivos de aprendizaje, contenidos curriculares, criterios y resultados de evaluación del currículo de las ciencias experimentales.

b. Relacionan los conocimientos teóricos y prácticos. La habilidad para aprender a saber hacer, actuando y reflexionando desde la actividad, con la perspectiva de innovar y mejorar la labor docente en la realidad del contexto.

c. Demuestran poseer y comprender conocimientos en un área del conocimiento. Parte de la base de la educación básica, bachillerato; si bien se apoyan en textos, incluyen algunos aspectos procedentes de su campo de estudio.

d. Aplican los conocimientos a su trabajo emitiendo juicios que incluyan

reflexiones relevantes de índole social, científica o ética a través de la elaboración y defensa de la resolución de problemas en su especialidad.

e. Transmitan ideas, problemas y soluciones a un público especializado o no.

f. El laboratorio desarrolla competencias como:
- Laborales y sociales.
- Teóricos-prácticos: lo escrito se aplica y lo que se aplica se escribe.
- Intelectual e instrumental (técnico).
- Auténtico o significativo.
- Formativo.
- Transformador.
- Activo.
- Creativo.
- Desarrollador.
- Implicativo.
- Anticipativo.
- Problémico.
- Vivencial.
- Unidad y diversidad.
- Docencia, producción e investigación.

El laboratorio sistematiza experiencias y prácticas docentes de las ciencias experimentales. Se orienta a desarrollar la educación por competencias en la educación del país. Es común encontrar referencias como formación por competencias, el aprendizaje por competencias, entre otros. Alude a las competencias profesionales en la formación de pedagogos, según el marco teórico y cultura que se adopte.

El laboratorio desarrolla el razonamiento científico, privilegia el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas, la pertinencia de la información, la transdisciplinaridad, el pensamiento sistémico, la innovación de la educación experimental. El pensamiento

complejo desde este escenario contribuye a desarrollar un proceso psíquico que permite al estudiante regular su conducta a través de conocer los lineamientos teóricos-prácticos para la solución de problemas.

Desde la metodología experimental, el laboratorio provoca incertidumbre en docentes sobre cómo encarar el aprendizaje de ciencias. Las prácticas experimentales implican un proceso cognoscitivo facilitado y regulado por el docente. Él organiza el tiempo y los ambientes de aprendizaje; de acuerdo con Holguín (2016) «ejecutan etapas relacionadas entre sí que permita realizar actividades psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, estableciendo comunicación entre las fuentes de información, interactuando en equipo e instrumentando la información», sobre todo, proponen alternativas a los problemas de aprendizaje desde un enfoque interdisciplinar-académico.

El desarrollo de la didáctica experimental tiene como actor principal al estudiante, constituye la clave para la auténtica innovación pedagógica. La educación científica, prioriza el desarrollo del pensamiento y la creatividad. Es una estrategia de construcción de conceptos desde el estudiante «inexperto» al docente «experto». En este proceso, la función del docente y del estudiante, como las adaptaciones de las estrategias didácticas, resultan ser trascendentes para enriquecer las actividades de aprendizaje. Según Miranda y Maite (2008, p. 173), desarrollan «habilidades investigativas como la (observación de fenómenos, predicción e hipótesis, medición, diseño experimental) y destrezas manipulativas de material de laboratorio y montajes experimentales».

Las prácticas de laboratorio deben promover la elaboración de informes, «en los que se motive al estudiante a especificar el problema que plantean, las hipótesis propuestas, las variables consideradas, el diseño experimental que elaboró, los resultados que obtuvo y las conclusiones» (Rúa y Alzate, 2012), y la evaluación del proceso, haciendo uso de criterios del trabajo científico, que permitan evidenciar la apropiación de los conocimientos y

el desarrollo de competencias experimentales necesarias para enfrentarse a un proceso de investigación. El informe de laboratorio es un ejercicio para articular la teoría y la práctica.

Para cumplir este propósito, se adaptó una escala de niveles de conocimiento propuesto por Priestley, y conceptualizado por Rabadán Vergara (2014), según el cual el estudiante tiene la oportunidad de participar activamente en la experimentación con libertad o autonomía. Analice la información de la tabla siguiente e identifique el tipo de laboratorio que realiza como docente en formación de ciencias.

Tabla 23

Procesos cognitivos que desarrolla el laboratorio

Nivel	Característica	Orientaciones didácticas para el trabajo en el laboratorio (cognitivo)	Resultados de aprendizaje
	Herméticamente cerrado	Se proporciona los procedimientos al estudiante. Ellos apuntan los datos en los espacios reservados de un informe, se incluyen tablas con datos.	Conocimiento
	Muy cerrado	Se proporcionan los procedimientos a los estudiantes.	Conocimiento
	Cerrado	Se proporcionan los procedimientos a los estudiantes	Conocimiento y comprensión
	Entreabierto	Se proporcionan los procedimientos a los estudiantes. Algunas preguntas o conclusiones son abiertas.	Comprensión y aplicación
	Ligeramente abierto	Se proporcionan la mayoría de los procedimientos a los estudiantes y algunas preguntas o cuestiones son abiertas.	Aplicación
	Abierto	Los estudiantes desarrollan sus propios experimentos. Reciben una lista con el material. Muchas preguntas o conclusiones son abiertas.	Análisis y síntesis
	Muy abierto	Los estudiantes son informados de un problema que tienen que resolver (o que ellos mismos proponen); los estudiantes realizan el procedimiento y obtienen sus propias conclusiones.	Síntesis y evaluación

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

6.3.5. La V de Gowin, estrategia de investigación y aprendizaje

Permite visualizar la dinámica de la producción de las ideas explicando la relación entre lo que el estudiante sabe y lo que podría realizar para lograr el aprendizaje. Permite enfrentar los problemas como investigación formativa evidenciando la interacción entre el dominio metodológico y conceptual.

El diagrama V se deriva del método de las cinco preguntas:

a) ¿Cuál es la pregunta determinante?,

b) ¿cuáles son los conceptos clave?,

c) ¿cuáles son los métodos de investigación que se utilizan?,

d) ¿cuáles son las principales afirmaciones de conocimiento?,

e) ¿cuáles son los juicios de valor? (Novak, 2004).

En un proceso de investigación, la pregunta determinante (pregunta central) es la interrogante que identifica el objeto de estudio de modo que es posible que otros temas sean descubiertos al responder. La pregunta central pone en evidencia lo que se está estudiando. Los conceptos clave hacen referencia al marco teórico de la indagación. Esta contribuye a la comprensión y respuesta a la pregunta central. Los métodos de investigación son procesos, técnicas y recursos que se emplean en la ejecución de la investigación y tienen como finalidad responder a la (s) pregunta (s) central (es) que se traducen en afirmaciones del conocimiento. Los juicios de valor hacen referencia a la significatividad, utilidad e importancia de los interobjeto de estudio.

Proceso de elaboración

Se inicia elaborando en una página de cuadros el diseño preliminar en el que ubicará la información de los componentes, seguidamente responder a los elementos epistémicos.

a. Dominio conceptual (izquierdo) hace referencia a los fundamentos epistemológicos (origen del conocimiento), a las teorías que sustentan la información requerida.

b. En el vértice superior se plantean las interrogantes de estudio; no son simples preguntas, están en relación con el problema que se investiga.

c. Precisar las teorías, principios, leyes y conceptos que permitirán la comprensión si la interpretación de los datos recogidos (registros y transformaciones en tablas estadísticas).

d. Desarrolla la investigación sobre la base del conocimiento conceptual (conceptos de temas y subtemas relacionados con las preguntas clave).

e. «Saber hacer» es la metodología desarrollada en el trabajo.

f. Afirmaciones de valor hacen referencia al propósito (por qué se investiga).

g. Afirmaciones de conocimiento: se contestan las preguntas clave.

h. Finalmente, en las transformaciones se realizan experimentos, dibujos u organizadores gráficos con la información del problema.

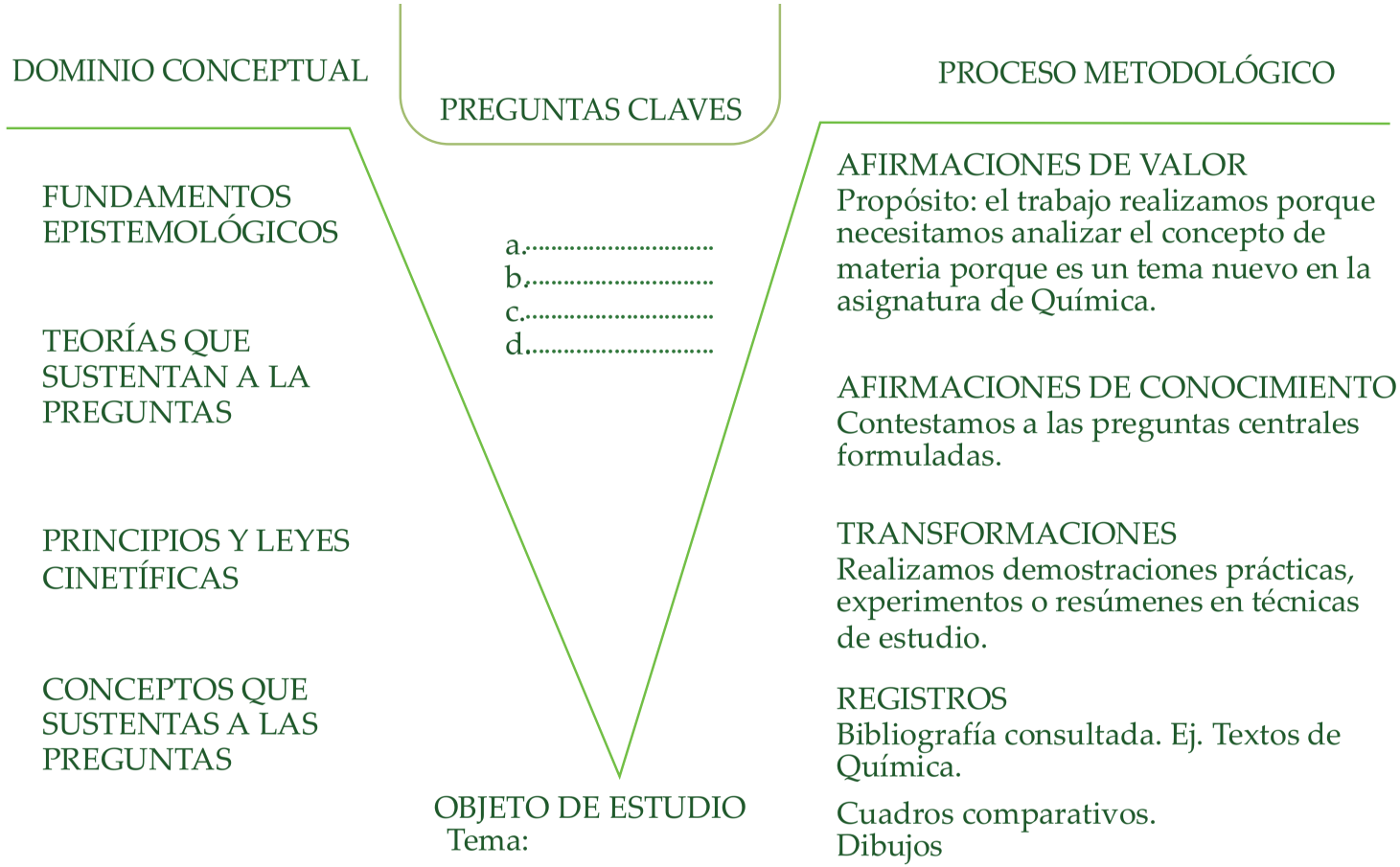


Figura 10. La V Gowing . **Fuente:** autoría propia.

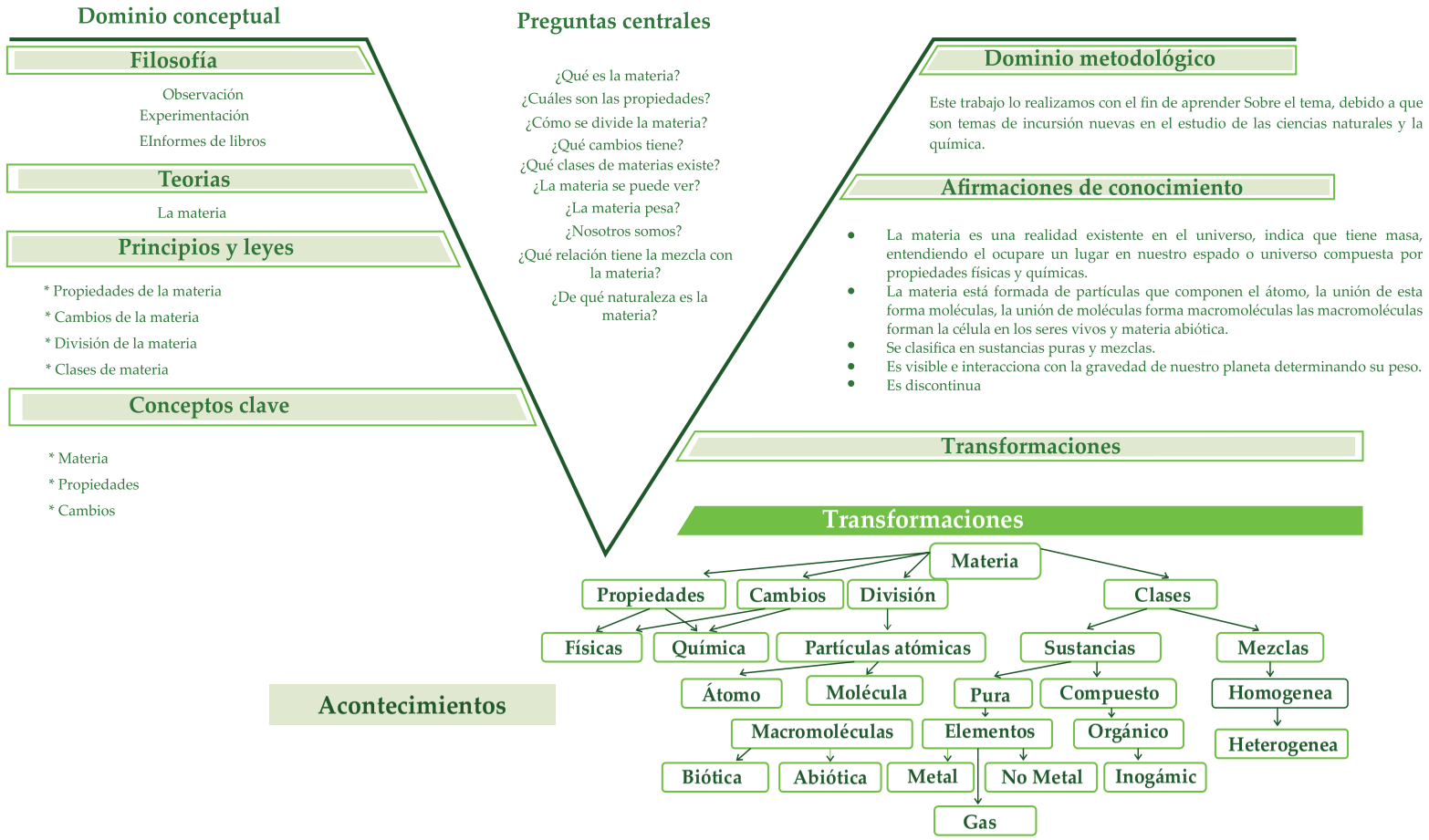


Figura 11. La materia

El mentefacto como técnica de aprendizaje

Es el resultado de la integración de dos palabras: mente (cerebro) y facto (hecho). La definición es estrategia gráfica que utiliza la persona para representar la estructura de las ideas, conceptos y valores que posee el estudiante durante su aprendizaje.

Para elaborar un mentefacto se deben realizar varias operaciones mentales: la supraordinación que consiste en buscar el concepto más cercano o superior al problema. La exclusión para diferenciar los temas de la idea central. La infraordinación que permite identificar las características del título. Las isoordinación consiste en hallar las características esenciales del problema que se investiga.

Proceso de elaboración del diagrama:

a) Consulta bibliografía actualizada.

b) Se selecciona la idea central o problema que se va a estudiar.

c) Supraordinada es la clase a la que pertenece el concepto.

d) Isordinadas son las características principales del tema y se ubica al lado izquierdo.

e) En la parte superior se coloca el problema más a fin de la idea central.

f) Infraordinadas son los subconceptos del tema, se coloca en la parte inferior.

g) Las exclusiones van al lado derecho del esquema. Están a nivel concepto estudiado que es parte de los conceptos supraordinados y se diferencian de la idea central porque sus características principales son diferentes.

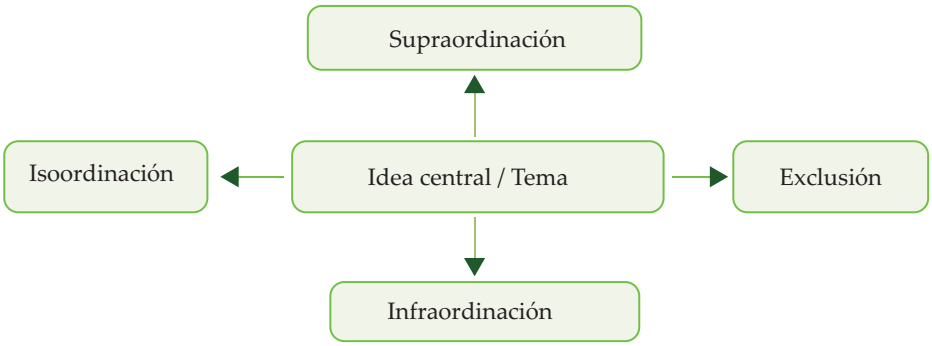


Figura 12. Componentes del mentefacto. **Fuente:** autoría propia.

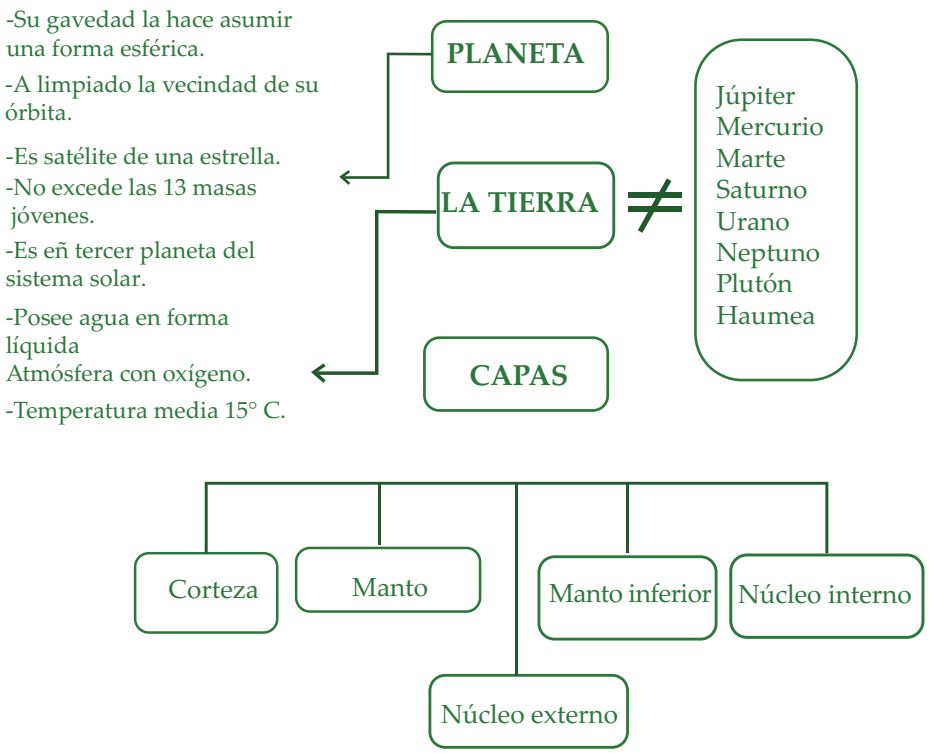


Figura 13. Aplicación práctica del mentefacto. **Fuente:** autoría propia.

Tabla 24

Rúbrica de evaluación del mentefacto

Aspectos para evaluar		DESEMPEÑO				Puntuación
		Muy satisfactorio 4p	**Satisfactorio 3p**	**Poco Satisfactorio 2p**	**Nada satisfactorio 1p**	
FORMA	Pertinencia de la información	Información actualizada y referenciada.	Información actualizada, parcialmente referenciada.	Información actualizada y no referenciada.	Información poco actualizada y no referenciada.	
	Conexión de conceptos	Es interesante que se relacionan unos con otros.	Se relacionan unos con otros.	Es poco coherente, la relación es parcialmente.	No es interesante, no existe relación unos con otros.	
CONTENIDO	Tema principal: Didáctica	Identifica muy bien el tema y desarrolla el trabajo sobre esa base.	Identifica bien el tema y desarrolla el trabajo sobre esa base.	El tema central no se identifica fácilmente y existen algunas características.	No identifica el tema central.	

CONTENIDO	Organización de conceptos	El trabajo se presenta ordenado de acuerdo con las características del organizador gráfico. Las ideas isoordinadas a la izquierda. Las supraordinados parte superior. Las excluidas a izquierda. Las infraordinadas, en la parte inferior.	El trabajo se presenta parcial ordenado de acuerdo con las características del organizador gráfico. Las ideas isoordinadas a la izquierda. Las supraordinados parte superior. Las excluidas a izquierda. Las infraordinadas, en la parte inferior.	El trabajo se presenta poco ordenado de acuerdo con las características del organizador gráfico. Las ideas isoordinadas a la izquierda. Las supraordinados parte superior. Las excluidas a izquierda. Las infraordinadas, en la parte inferior.	El trabajo se presenta nada ordenado de acuerdo con las características del organizador gráfico. Las ideas isoordinadas a la izquierda. Las supraordinados parte superior. Las excluidas a izquierda. Las infraordinadas, en la parte inferior.	

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

Tabla 25

Resumen de ponderación del trabajo

Aspectos para evaluar	Evidencia, dónde mejorar	Corrección de la evidencia. ¿Qué y cómo?	Puntuación
Pertinencia de la información.			
Conexión de conceptos.			
Tema principal: Didáctica.			
Organización de conceptos.			
		Puntuación total	

10	100
Total	4,5x 100 / 10 pts.

Fuente: autoría propia

Sugerencia: si las notas son inferiores al 50 %, el estudiante volverá a presentar la evidencia.

6.3.6. La clase al revés, estrategia de aprendizaje

Con la integración de la tecnología a la pedagogía y didáctica se ha actualizado y se ha realizado adaptaciones a los paradigmas educativos existentes. Tiene una orientación socio-constructivista desde las bases teóricas de Vygotsky, según Rico y Cobas (2016) «da relevancia al contexto social y a las interacciones que realiza el sujeto con otros» (p. 11). Este modelo implica la inversión de la estructura tradicional de la clase expositiva presencial. Al cambiar el desarrollo de la clase se transforma la dinámica de instrucción centrada en el docente al del estudiante, es quien elige los ambientes y espacios de aprendizaje. Reconoce su capacidad

de tomar decisiones basadas en el compromiso de realizar actividades cognitivas simples y complejas en escenarios diversos.

Para la aplicación de esta estrategia el docente elabora o selecciona recursos didácticos digitales (video, presentación audiovisual, infografía, línea de tiempo, página web, etc.) antes de la clase, donde se exponen contenidos del problema de aprendizaje, se desarrolla actividades para verificar la comprensión de la información. Luego se distribuye el material de forma online o impresa o por otros medios de comunicación a los estudiantes.

Según Olaisa (2014):

> en la clase, el tiempo de la exposición se libera, y la dinámica áulica se basa en el aprendizaje activo y en la colaboración entre pares. El docente, en lugar de centrarse en la exposición teórica, aclara conceptos complejos, asiste de forma individual a los estudiantes con dificultades y fomenta el compromiso de los estudiantes para con su propio estilo de aprendizaje (p. 63).

Los docentes que han decidido adoptar por esta metodología hacen algo diferente; cambian de actitud, la idea es redirigir la atención del estudiante y quitársela al profesor.

Competencias que desarrolla en el estudiante:

a) Familiariza con estrategias y escenarios de investigación formativa.
b) Inicia en el contexto de debate social.
c) Construye y fortalece la identidad digital.
d) Descubre el camino a la innovación.
e) Desarrolla estrategias de expresión digital.
f) Conoce metodologías que pueden aplicarse al modelo de clase invertida.

g) Identifica estrategias en la propia práctica.

h) Conoce herramientas que pueden utilizarse para invertir la clase.

i) Explora recursos para aplicar en propuestas concretas.

j) Identifica variables de cambio de la clase actual.

k) Anticipa dificultades e hipótesis de solución.

l) Realiza una propuesta de clase invertida.

m) Participa en la evaluación por pares.

Lejos de implementar un «modelo receta», señalan prácticas que redefinen el rol docente, del estudiante, el lugar del conocimiento en el salón de clase, el andamiaje del grupo, entre otros conceptos.

Proponemos que reflexionemos:

a) ¿Qué clase fue amena y agradable para ti, o innovadora?,

b) ¿participaste como estudiante, docente o practicante?,

c) ¿percibiste que la clase llenaba tus expectativas?,

d) ¿por qué crees que fue innovadora?, ¿por los recursos, por las estrategias, por las actividades?, ¿qué la hizo distinta a otras?,

e) ¿cómo puede personalizar un solo profesor el aprendizaje de varios estudiantes?,

f) ¿cómo puede asegurarse de que cada uno de los alumnos aprende, cuando hay tantas metas y objetivos que alcanzar?

Proceso metodológico

A. Diseña una tarea para crear una experiencia inicial de aprendizaje para articular el contenido con varias asignaturas.

¿Cómo?, leyendo, observando, investigando, experimentando, escuchando y explicando.

La metacognición es una capacidad para comprender no solo un contenido en concreto. El proceso psicológico o intelectual las estrategias a utilizar para adquirir interdisciplinariamente otros conocimientos.

Actividad cognoscitiva

a) Los estudiantes exponen lo que saben.

b) Se forman equipos de trabajo.

c) Compilan información de los grupos de trabajo.

d) Los estudiantes cuestionan lo que se sabe en el grupo.

B. Evalúa lo que los estudiantes saben

a) Los estudiantes llegan a clase con determinados conocimientos.

b) Se combina lo que deben aprender con lo que saben y compartir en la clase.

c) El docente fortalece la zona de desarrollo próximo de los estudiantes (ZDP) para ayudarles a construir aprendizajes profundos.

C. Los estudiantes adquieren aprendizajes auténticos, mediado por el docente.

El aprendizaje por descubrimiento implica no solo el proceso de guiar a los estudiantes al conocimiento que está afuera de ellos, sino a descubrir que hay en su episteme.

Preguntamos:

a) ¿Por qué crees eso…?,

b) ¿explica más de lo que sabes…?,

c) ¿y sí…?,

d) ¿por qué es así…?,

e) ¿puedes mostrarnos…?,

f) ¿sería igual sí…?

Aplicación

a) Pone un reto a los estudiantes.
b) Da tiempo para resolverlo con la información que poseen.
c) Compara los resultados.
d) Concluye.

Es construcción sobre la información existente.

D. Aplica lo que has aprendido. Reflexión del docente.

a) ¿Hiciste suficientes preguntas?, ¿aprendieron más de lo que sabían inicialmente?,

b) ¿Crees que el proceso fue adecuado?, ¿qué cambiarías?

Ejemplo de clase invertida

Asignatura: Ecología.
Tema: Formación de un ecosistema.

Objetivo: identificar los componentes de un ecosistema a través de la investigación formativa para comprender sus características e interrelaciones con el contexto ambiental.

Tareas por realizar fuera del salón de clases

Quince días antes de la sesión presencial se hizo llegar a los estudiantes la información relacionada con el problema. En la sesión preparatoria hablamos de cómo surgió la vida en la Tierra y cómo vivieron los océanos en la formación de los ecosistemas. En un momento de la historia, la vida salió fuera del agua y se asentó en la superficie terrestre.

Ecosistema: es una comunidad compleja y dinámica de vegetales, animales, microorganismos y su contexto no viviente que interactúan como una unidad funcional. Una especie que habita en una zona fuera de su área natural conocida históricamente como resultado de su dispersión accidental o una introducida deliberada por parte de las personas.

La pregunta inicial de la sesión presencial fue: ¿cómo se produce el asentamiento de la vida fuera del agua? Pensamos en la respuesta a la interrogante. Describimos el proceso evolutivo hasta lo hoy tenemos un ecosistema completamente formado.

Para facilitar la investigación interdisciplinariamente del problema les proporcionó conceptos clave para organizar la información y debatir en clase.

Tabla 26

Investigar para organizar la información

Biológicos	**Físico-químicos**	**Geológicos**
Cadena trófica	Contaminación ambiental	Zona de subducción
Evolución	Atmósfera	Puná
Especies invasoras	Cambios climáticos	Recursos naturales
Reproducción		Terremotos
Niveles tróficos		Tectónica de placas
Flujo de materia y energía		Anillos de fuego
Nicho ecológico		Galápagos
Especiación		Vulcanismo
Colonización		Plumas del manto
Extinción de especies		
Adaptación		

Fuente: autoría propia.

a) ¿Qué niveles tróficos del ecosistema conocen?,
b) ¿las cadenas, redes y pirámides alimentarias a quiénes benefician?,
c) ¿los seres vivos y los ciclos biogeoquímicos por qué son importantes?,
d) ¿la productividad en los ecosistemas cómo se evidencian?

Tareas para realizar en clase

A partir de la búsqueda y estructura de conceptos iniciales, los estudiantes establecen relaciones entre ellos y utilizan otros diferentes propuestos durante el debate en la sesión presencial. Esta actividad da profundidad al análisis de cómo nace y se estructura un ecosistema.

Tabla 27

Conceptos biológicos, físico-químicos y geológicos

Biológicos	Físico-químicos	Geológicos
Cadena trófica	Contaminación ambiental	Recursos naturales
Evolución	Atmósfera	Terremotos
Especies invasoras	Cambios climáticos	Tectónica de placas
Reproducción		Anillo de fuego
Niveles tróficos		Jambelí
Flujos de materia y energía		Vulcanismo
Nicho ecológico		Plumas de manto
Especiación		La Restinga
Colonización		
Extinción de especies		
Adaptación		

Fuente: autoría propia.

Tabla 28

Rúbrica de evaluación

	Niveles de desempeño				Calificación
	Insuficiente	**Poco satisfactorio**	**Satisfactorio**	**Muy satisfactorio**	
Claridad en la definición de los objetivos.	Están mal redactados.	Son posibles, pero faltan algunos.	Son claros y concretos.	Correctamente formulados.	
Selección, diseño de recursos fuera del aula.	No se mencionan.	Ocupan mucho tiempo, no son específicos.	Son oportunos para esta instancia.	Son creados por el estudiante.	
Propuesta de actividades fuera del aula.	No se relacionan con los objetivos.	Resultan insuficientes.	Son adecuados al tema.	Muy buenos, provocan preguntas.	
Recursos de comunicación y difusión.	No se mencionan.	No utiliza los de la institución.	Permiten la comunicación y compartir recursos.	Proponen innovación con recursos tecnológicos.	

Propuesta de actividades para el aula.	No aparece la recapitulación. No hay instancias colaborativas. Las actividades son de refuerzo.	Están subordinadas a la actividad principal.	Trabajan colaborativamente en resolución de un problema. O en la elaboración de un proyecto.	Resuelven, crean y evalúan actividades colaborativas. El docente provoca con preguntas.	
Cierre	No se evidencian.	Se propone auto y evaluación por pares.	Se propone auto y evaluación por pares.	Se propone auto y evaluación por pares. Evaluación dialogada.	

Fuente: autoría propia.

6.4. Métodos de Aprendizaje de Ciencias

Es un sistema de acción, supone pensar-reflexivamente, motivación para el trabajo, saber cómo hacer y explicar los resultados obtenidos en la actividad cognoscitiva. Este proceso propone tres fases: la cognitiva; la asociativa y la ejecutiva. La primera consiste en la asimilación de la información para la adquisición de la destreza. La segunda se encarga de la planificación de la destreza, integrando los conocimientos con la acción, acompañada de la secuencia didáctica. La de ejecución, perfecciona la destreza hasta la automatización, mejorándola, observando la evolución hasta un nivel de desempeño.

La metodología experimental es un aprendizaje complejo que implica la transferencia y combinación de competencias para modificar o ratificar un concepto y alcanzar un determinado resultado.

La metodología experimental promueve:

a) La pertinencia y la adquisición de competencias pedagógicas y científicas de los problemas de aprendizaje de las ciencias experimentales.

b) El nivel de actividad independiente de los estudiantes.

c) El desarrollo de las habilidades intelectuales y técnicas en el laboratorio.

d) El trabajo en equipo y la ayuda mutua entre estudiantes y docentes.

6.4.1. Método Kolb (ERCA), estrategia de aprendizaje

El aprendizaje experiencial se centra en la reflexión de los estudiantes sobre su habilidad cognoscitiva. Construye las condiciones necesarias para garantizar que el conocimiento conceptual sea eficaz con la experiencia práctica. El modelo de aprendizaje experiencial de Kolb sugiere cuatro etapas en este proceso:

a) Experimentación activa, iniciar el proceso recurriendo a las experiencias previas (E).

b) Experiencia concreta, la importancia del problema.
c) Observación reflexiva, es un puente entre la experiencia y la conceptualización. El propósito es que el estudiante reflexione sobre la experiencia y la relacionen con otras ideas (R).
d) Conceptualización abstracta, se sistematizan las ideas de los participantes durante la reflexión inicial. Posteriormente se profundizan. Se comparte con los estudiantes información, conceptos o teorías que se espera que los adquieran (C).
e) Aplicación en la solución de problemas, es la fase de desarrollo de acciones concretas o aplicación práctica de los conocimientos a situaciones de la vida cotidiana (A).

Tema: Formación de óxidos metálicos.

Experiencias previas

a) Identifica los elementos de la tabla periódica.
b) Identifica y conceptualiza los símbolos químicos.
c) Describe las partes o grupos de la tabla periódica: metales, no metales, metaloides, gases nobles, elementos calcógenos y elementos nitrogenoides, etc.

Motivación. Video sobre los óxidos metálicos.

Reflexión

a) ¿De qué explica el video?, ¿cuál es el problema de análisis?,
b) ¿qué elementos químicos son idóneos para la formación de óxidos metálicos?,
c) ¿cómo se forman las oxidaciones de los elementos químicos?,
d) ¿reconoce la nomenclatura de óxidos metálicos?,
e) ¿en qué objetos están presenten los óxidos metálicos?

Conceptualización:

¿Qué son los óxidos metálicos?

Son compuestos con elevado punto de fusión que se forma como consecuencia de la reacción de un metal con el oxígeno. Son combinaciones binarias de un metal con el oxígeno. El oxígeno (O) tiene número de oxidación –2 y valencia positiva.

Nomenclatura de los óxidos metálicos: «sistemática y Stock» Se nombra con las palabras «óxido, seguida de la preposición de» y luego el nombre del metal seguido del número de oxidación con el que actúa entre paréntesis y con números romanos. Si el número de oxidación del metal es fijo no es necesario especificarlo.

Óxidos metálicos = Fe_2O_3
Óxidos no metálicos = NO

Aplicación

Teoriza el proceso de obtención de los óxidos metálicos.
Nombra los beneficios de los óxidos en la vida cotidiana.

El óxido de magnesio se utiliza en la preparación de medicamentos contra la acidez estomacal. También como antídoto para varios tipos de intoxicaciones.

El óxido de zinc se emplea para la fabricación de pinturas y colorantes.
El óxido de aluminio se emplea para trabajar metales y aleaciones de gran dureza.

El óxido de plomo se aplica en la fabricación de vidrio, etc.

6.4.2. El método científico como alternativa didáctica

Es utilizado adaptado a la investigación y a la experimentación. Explora el contexto del estudiante como individuo social. El conocimiento se adquiere como proceso que se organiza de las experiencias vivenciales en las que se aprende.

En este contexto, el método científico tiene como objetivo el análisis de los interobjetos de estudio, debido a su complejidad y rigidez no se aplica en forma pura. En el proceso didáctico se presenta flexible, observa hechos comprobados para que la actividad de los estudiantes sea auténtica. La utilización de este método en las ciencias experimentales, particularmente en Física. Esta área del conocimiento ocupa un lugar preponderante en la formación docente de ciencias. Es dónde existen mayores éxitos de la aplicación.

Consiste en la observación sistemática de los fenómenos naturales. Varios de nosotros en algún momento hemos realizado o estamos realizando investigaciones. Este método se constituye un recurso para la solución de problemas de la actividad: social, salud, económica, entre otros aspectos de la vida. Para ello, planteamos de forma ordenada el proceso a desarrollar, de tal manera, que nos permita comprender cómo resolver el problema a través de procesos organizados.

La localización del problema. Observa el mínimo detalle, características, rasgos y hasta comportamientos de los interobjetos de estudio.

La formulación de la hipótesis se basa en la observación de las posibles causas, orígenes del problema y sus posibles soluciones.

La predicción al problema de forma textual.

La experimentación puesta en práctica de la supuesta solución.

La conclusión es un conocimiento de hechos suscitados en la experimentación.

Los resultados: la aplicación del método, aceptable o no.

Generación de saberes.
Problema. Flores naturales sin marchitarse.

Teoría. Para mantener un ramo de flores sin marchitarse durante más tiempo es conveniente ponerlo en agua limpia y renovarla cada vez que esté con impurezas. Las flores obtienen el oxígeno del agua a través del tallo al no tener raíces y hojas.

Observación. Los factores que aceleran que las flores se marchiten son las bacterias que se encuentran en el agua. Estas la descomponen provocando que se proliferen bacterias que la descomponen.

Planteamiento del problema. Si al agua del ramo de flores naturales le añadimos una aspirina o cloro tardan en marchitarse y descomponerse.
Formulación del problema. Si ponemos una aspirina o cloro en el recipiente que contiene las flores con agua, las bacterias tardan en proliferarse.
Formulación de hipótesis. ¿Qué sustancia conserva las flores más tiempo, la aspirina, el cloro o ninguna de las dos?

Suponemos que el cloro porque si el problema son las bacterias que se forman en el agua, el cloro es la sustancia utilizada para reducir los microorganismos.

Comprobación de la hipótesis.

Estrategia para realizar el experimento

a) Seleccionados cuatro recipientes de características similares se los identifica con las letras A y $A_{1;}$ B_y B_1. En los recipientes A y B se realizará el experimento y los $A_{1;}$ y B_1 nos servirán como control.

b) En los recipientes ponemos el mismo número de flores, las mismas condiciones ambientales, luz, temperatura, la misma cantidad de agua.

c) Los recipientes de control (A_1 y B_1) son aquellos que no tienen en el agua, cloro ni aspirina.

d) Los recipientes (A y B), en el A una aspirina y el B unas gotas de cloro.

Obtención de datos

Es recomendable realizar las observaciones a la misma hora y anotar los cambios producidos día a día. Ejemplo, el primer pétalo marchitado, la primera flor, etcétera.

Tabla 29

Datos obtenidos

Grupos / Días	Agua con aspirina	Agua sin aspirina	Agua con clro	Agua sin cloro
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: autoría propia.

Análisis de los datos

Indica, ¿qué grupo de flores conservó su naturalidad y cuáles menos?
En los grupos de experimentación saca el valor promedio de conservación de las flores.
¿Explica por qué se obtienen esos resultados?

Elaboración de conclusiones

Puede ser que nuestras hipótesis sean ciertas o falsas.

Reflexión. Si son falsas, podemos volver a plantear nuevas hipótesis y modificar nuestro experimento, incluyendo otras variables, como la temperatura del agua, la forma de cortar los tallos, la luz que reciben las flores, etc.

Generación de saberes

¿El método científico lo aplicamos varias veces en nuestras actividades?
Aquí un ejemplo claro de aplicación:
Si vamos a realizar un trabajo en el computador, al pulsar el botón de encendido, la computadora no se enciende.
¿Qué hacemos?

Observación, divisamos que no funciona la computadora.

Hipótesis, quizá no he pulsado bien el botón de encendido o no están bien los cables de conexión de energía, etc.

Predicción, si la hipótesis es cierta y pulsamos el botón de encendido y verificamos los cables de energía, debería encender la computadora.

Verificación, se realizó la prueba, pero no se enciende la computadora, es decir, no se confirman mis predicciones (falsación). *Buscamos una nueva hipótesis...*

6.4.3. El aprendizaje basado en problemas o ABP

Es práctica reflexiva de razonamiento, exige cambio en la concepción del estudiante por el docente. En el ABP el estudiante es una persona activa, independiente, con autodirección de su aprendizaje y orientada a la solución de problemas. Deja atrás la concepción de un ente pasivo y dependiente. Es conocimiento en acción, con visión holística, porque promueve la transdisciplinariedad a través de situaciones contextualizadas. Desarrolla del pensamiento crítico y creativo. Fomenta la adquisición de habilidades interpersonales y el trabajo en equipo.

Es aprender a aprender

Se sustenta en el paradigma constructivista porque, conocer y aprender implica experiencias de construcción interior de la persona. Esta opuesta a la actividad intelectual receptiva y pasiva. Según Piaget (1975) «conocer no consiste en copiar lo real, sino en obrar sobre el problema y transformarlo en apariencia y en la realidad a fin de comprenderlo». La característica es, la selección del problema como punto de partida para la adquisición de conocimientos, razonamiento para encontrar alternativas y aplicarlo en la vida.

El docente que trabaja con esta metodología, requiere de:

a) Actitud positiva, es decir, estar convencido de que es una estrategia de aprendizaje viable y aplicable.

b) Estar formado y capacitado, es decir, poseer competencias cognoscitivas, actitudes, valores y conocimientos para la puesta en marcha en el proceso didáctico.

El estudiante

a) Asume la responsabilidad de su aprendizaje y deja al docente la tarea orientadora de la acción.

b) Desarrolla competencias para el trabajo en equipo.

c) Desarrolla habilidades de comunicación asertiva.

d) Desarrolla capacidades de análisis, síntesis e investigación.

Características

a) El problema debe despertar interés y motivación.

b) Debe estar relacionado con un resultado de aprendizaje.

c) Refleja una situación de la vida real.

d) Lleva al estudiante a tomar decisiones basadas en evidencias.

e) Debe justificar los criterios emitidos.

f) No deben fragmentar el conocimiento en partes.

g) Permite hacer preguntas abiertas ligadas a un aprendizaje de controversia.

h) Motiva la búsqueda independiente de información.

Generación de saberes

a. Problema. Acidez estomacal.

b. Objetivo. Identificar las causas de la acidez estomacal a través de experiencias propias o familiares o del análisis bibliográfico para prevenir o evitar tener molestias personales.

c. Presentación del problema.

El medio químico del estómago es ácido para facilitar el proceso de digestión. La acidez se produce cuando el contenido asciende por el esófago a la garganta. Habitualmente después de ingerir comida en exceso y grasosa o de beber alcohol. La mayoría de las personas tiene raramente este problema. Sin embargo, en otras los episodios de ardor o de náusea aparecen constante u ocasionalmente. En caso de aparición esporádica se puede recurrir a fármacos como los antiácidos o los inhibidores de la secreción ácida, pero siempre bajo prescripción médica.

d. Identifica lo que sabemos, qué nos hace falta saber y qué ideas tenemos al respecto.

a) Experiencias de los estudiantes, lecturas, escuchas de familiares.

b) ¿Quién no ha tenido una acidez estomacal? Luego de una comilona, alguien se queja del estómago, ¿por qué?,

c) ¿cómo se actúa frente a la situación planteada?

d) ¿ir al médico?, ¿tomar un antiácido, bicarbonato?, etc., ¿qué ha realizado su madre o familiar?

e) Elegir un fármaco. ¿Cómo eligen?

f) ¿son igual de eficaces todos esos antiácidos?, ¿por qué?

e. Definir el problema. Analiza e investiga.

Recomendamos utilizar la secuencia didáctica: ¿Cómo podemos… de manera tal que…?

Definir el problema: ¿Cómo podemos determinar las causas y hacer una recomendación aceptable sobre el problema de la acidez estomacal?

Para contestar al problema se organizó una lista de interrogantes a investigar.

a) ¿Qué es una acidez estomacal y que causa el problema?,

b) ¿qué es un inhibidor de la secreción ácida?,

c) ¿cómo actúa un antiácido?

d) El ardor del estómago, ¿es una indigestión de ácido?

e) Los antiácidos ayudan a disminuir la acidez del estómago. ¿Influye la dieta?,

f) ¿el estómago tiene pH ácido?,

g) ¿cómo funciona el antiácido en el estómago?,

h) ¿qué sustancia química es?,

i) ¿qué es la acidez de estomacal?

f. Reunir y compartir información.

Los estudiantes investigan en:

a) Apuntes facilitados por el docente.
b) Investigan en libros de texto.
c) Utilizan diccionarios.
d) Investigan en enciclopedias médicas.
e) Visitan una farmacia de confianza.
f) Hacen un experimento de laboratorio con orientación del docente.
g) El profesor da una clase con ejemplos de ácido/base.
h) En equipo o individual se expone ante los demás estudiantes del curso como han realizado la búsqueda de la información y lo que han encontrado.
i) Posterior a la exposición, el docente propone revisar la estrategia de trabajo para ver si necesitan ampliar la lista de conceptos.

g. Generar saberes.

Poner en un vaso agua y aceite de oliva, agitarlo.

Posteriormente, agrega una tableta de sal Andrews o Alkaseltzer y observa los resultados.

Tabla 30

Trabajo práctico relacionado con la acidez estomacal

Estrategia	Ventajas	Desventajas	Consecuencias
Campañas de educación para la salud.	Bajo costo.	Los padres pueden pensar que los docentes no se preocupan por la salud de los estudiantes.	Cambio de la manera de pensar y conducta de los estudiantes.
Carteles informativos en la institución.	Fondos institucionales.	Costo elevado.	Ayuda a disminuir el problema.
Escuela para padres.	Integración familiar.	Falta de interés.	Difunde el conocimiento.

Hablar con grupos representativos de la comunidad.	Ciudadanos informados.	Seguridad alimentaria.	Concienciación.

Fuente: autoría propia.

h. Determinar el abanico de soluciones.

Después de la discusión de los resultados se decide estructurar la mejor alternativa de solución al problema. Uno de los equipos propuso. Una combinación de la campaña de educación para la salud acompañada con clases prácticas e investigación del problema.

i. Presentar la solución.

El docente organiza un panel de expertos formado por los mejores estudiantes del curso conocedores del problema, quienes escucharon las propuestas de los colegas estudiantes, las discutieron con ellos haciéndoles preguntas al respecto y luego dieron su opinión de las soluciones propuestas.

Los estudiantes responden a preguntas clave.

¿Qué opinas del problema y que lograste apreciar del trabajo?, ¿qué preguntas y dudas quedaron sin respuesta?

j. Hacer un informe final sobre el problema.

a) Título
b) Objetivo
c) Contenido
d) Conclusiones
e) Recomendaciones
f) Bibliografía

6.4.4. El método experimental, alternativa didáctica

La metodología experimental se relaciona con las características de la educación científica. Forma hábitos científicos, experimentales,

investigativos haciéndole al estudiante artífice de su «aprender a aprender». En la actualidad, la observación es el primer paso para el aprendizaje de ciencias naturales. Hace la interrelación didáctica de lo general a lo particular a través de talleres, laboratorios, giras de observación, visita a museos de ciencias con la intención de que se familiaricen con la ciencia y construyan interobjetos de experimentación.

El método experimental contribuye a vincular la teoría con la práctica, perfecciona las estrategias metodológicas, forman competencias científicas, crean conceptos a través de la exigencia e independencia cognoscitiva. Desarrolla habilidades experimentales creativas e incrementa la motivación a la solución de problemas. Profundiza la teoría experimental para la educación científica.

La implementación práctica del método exige la preparación teórica y metodológica de docentes y estudiantes. Diseño de actividades experimentales profesionalizantes. La aplicación resulta interesante porque desafía mayores niveles de exigencia cognoscitiva. La metodología provoca en el estudiante expectativa e incertidumbre en la experimentación. Como la propuesta pedagógica es novedosa, requiere que las secuencias didácticas sean creativas, divertidas, sobre todo con orientación a la educación científica.

Aplicación de la metodología

Título: Extracción de ADN de fresas.

a. Observación del fenómeno.

Obtén muestras de fresas maduras y realiza cortes longitudinales para observar su estructura e identifica fibras internas del fruto.

b. La búsqueda de la información.

Investigar en textos de ciencias, internet, artículos científicos sobre el ADN, presente en los organismos, desde la bacteria hasta el mamífero.

Estructuralmente es una fibra microscópica larga y resistente. En la mayoría de los organismos está formado por dos hebras que se unen formando un pequeño hilo. Trasmite la información genética de progenitores a hijos, también producen las proteínas de un organismo. Así, el ADN de la fresa tiene la información genética para producir proteínas de la fresa.

c. Formulación de hipótesis.

El ADN de las fresas son portadoras del programa genético de estos seres vivos.

d. La comprobación experimental.

Esta práctica nos permite comprobar la teoría propuesta en clases a través de la experimentación.

e. Materiales para la experimentación.

a. 3 fresas maduras.
b. ½ taza de agua del grifo.
c. 1 mortero.
d. 1 recipiente de plástico.
e. 2 cucharaditas de detergente líquido.
f. 2 cucharaditas de sal.
g. 1 filtro de papel.
h. 1/3 taza de alcohol isopropílico (de la farmacia).
i. 1 varilla de vidrio.
j. 1 paleta de madera.
k. 1 bolsa de plástico.

f. El trabajo de laboratorio.

a) En la mitad de una taza de agua común mezcle detergente líquido y sal. Esta mezcla rompe la pared de la membrana celular y nuclear de

la fresa. Así, el ADN que está en el núcleo puede ser extraído.

b) Trituramos 3 fresas en el mortero para facilitar la mezcla. No deje trozos de la fruta.

c) Agregue 2 cucharadas del triturado de fresas a la mezcla de detergente y sal, agite suavemente con la varilla de vidrio. Deje 10 minutos en reposo.

d) Filtre la mezcla y vierta el líquido resultante en el recipiente plástico.

e) Agregue a la mezcla del recipiente plástico el mismo volumen de alcohol (frío). Si hay 100 ml de extracto, agregar 100 ml de alcohol. No agitar ni remover.

g. Resultados.

h. Deje 20 segundos en reposo y observe la muestra.

i. ¿Qué observa? La formación de una sustancia turbia blanquecina (ADN) en la superficie del líquido.

j. Inclinar el recipiente y recoger el ADN con la paleta de madera.

k. Repita el proceso con otras frutas (moras, chirimoya, uvilla).

l. Análisis de resultados.

a. El detergente líquido mezclado con sal rompe la pared de la membrana celular y nuclear; esta acción facilita la separación del ADN de la mezcla.

b. El ADN puede ser identificado y extraído del núcleo celular.

m. Elaboración de tablas y gráficos.

Con los resultados organiza una tabla de datos.

n. Conclusiones.

La metodología experimental proporciona elementos que facilita el aprendizaje de ciencias, en este caso el ADN. El enfoque histórico-práctico evidencia el carácter humano de la ciencia. La transposición didáctica que promueve una ciencia versátil, flexible, en la que más allá

de priorizar conceptos, genera espacios de análisis y reflexión para la construcción del pensamiento crítico de uno de los ejes científicos que marcaron el desarrollo de la biología.

o. **Elabora conceptos, teorías sobre el experimento.**

Crick exclama la famosa frase «hemos encontrado el secreto de la vida», el ADN es ácido desoxirribonucleico, proteína compleja que se encuentra en el núcleo de las células y conforma el principal constituyente del material genético de los seres vivos.

6.4.5. El método Estudio de caso, alternativa didáctica

Enfrenta al estudiante con problemas o casos. Requiere de varias fuentes de información para analizarlo, comprenderlo, discutirlo y proponer alternativas de solución. Promueve la adquisición de habilidades de aprendizaje para continuar formándose de forma continua. Es un método de investigación, se caracteriza por ser de búsqueda e indagación, de análisis sistemático de uno o varios casos. A diferencia de otras indagaciones empíricas, es de investigación cualitativa porque realiza un estudio exhaustivo del problema. No realiza análisis estadístico.

Ventajas cognoscitivas

a) Capacidad de análisis.

b) Aplica el conocimiento adquirido.

c) Facilita la toma de decisiones.

d) Motiva al aprendizaje colaborativo.

Características

Estudia casos particulares, analiza problemas específicos, lo que constituye una técnica eficaz para examinar situaciones únicas y concretas.
Estudia casos descriptivos, al finalizar el estudio se obtiene una descripción exhaustiva cualitativa de una situación o condición específica del problema.

Trabaja casos heurísticos, en el estudio se descubre aspectos de un problema o confirmar aquello que ya se conoce.

Trabaja casos inductivos, actúa sobre la base del razonamiento porque podemos elaborar hipótesis y hallar relaciones a partir de uno o varios casos concretos.

Los objetivos específicos son:

a) Elaborar hipótesis o teorías de una realidad o situación determinada.

b) Comprobar las hipótesis o teorías existentes.

c) Describir y registrar hechos del caso.

d) Comparar fenómenos similares.

Proceso

a. Selección del caso. Antes de iniciar la investigación debemos saber qué queremos estudiar para seleccionar un caso relevante. Delimitar el campo de acción para el estudio. Definir el problema y los objetivos.

b. Elaboración de preguntas, una vez identificado el problema a investigar es necesario elaborar varias preguntas generales que identifiquen lo que se quiere indagar. Estas sirven de guía para determinar preguntas específicas y variadas. De esta manera sacamos provecho a la investigación.

c. Fuentes de información y obtención de datos. A través de entrevistas, encuestas y guías de observación obtenemos la información necesaria para la elaboración de las teorías e hipótesis que otorguen sentido a la investigación.

d. Análisis e interpretación de los resultados. Con los datos obtenidos procedemos a la comparación de las hipótesis formuladas. Una vez finalizada la comparación, los investigadores elaboran las conclusiones. Se determina si la información puede ser aplicada a situaciones o casos similares.

e. El informe. Se procede a la elaboración del informe de manera cronológica. Se detalla el proceso realizado en el estudio. Es necesario especificar cuál ha sido el proceso, cómo se obtuvo la información y el porqué de las conclusiones elaboradas. Con un lenguaje claro y comprensible que permita al lector comprender cada uno de los aspectos analizados.

Aplicación didáctica

Los procedimientos cognitivos y comunicativos se relacionan con la investigación científica. **Identificación de problemas, formulación de hipótesis, contrastación y las explicaciones.**

Aplicación práctica

A. Caso. El páncreas produce hormonas

El docente presenta el caso a los estudiantes en forma oral y les provee una versión escrita. La orientación demanda investigar para la realización de las actividades que se les propone realizar posteriormente. *La función endocrina del páncreas. El problema gira en torno a cómo el páncreas recibe la orden de liberar secreciones al intestino delgado. La coordinación realizada por el sistema nervioso y ubicados en esa concepción de la regulación de las funciones corporales, los investigadores diseñaron experimentos para poner a prueba la hipótesis según la cual la orden era dada por este sistema. Tomaron la decisión de cortar los nervios que inervaban el páncreas de un perro, para sorpresa, el páncreas siguió liberando sus jugos normalmente*.

B. Preguntas

Se pide a un estudiante que relate el caso como comprendió:

a. ¿Qué es el páncreas?, ¿para qué sirve?,

b. ¿qué pasa si se daña el páncreas?, ¿qué se produce en el páncreas?,

c. ¿qué pasa cuando el páncreas deja de producir insulina?,

d. ¿qué hormona aumenta el nivel de azúcar en la sangre?,

e. ¿cómo saber si mi páncreas está enfermo?, ¿qué es la pancreatitis y cómo se cura?,

f. ¿qué consecuencias tiene el bloqueo del conducto pancreático?

C. Recopilación de información

Los estudiantes hacen aportes o correcciones. También realizan una interpretación explicativa del caso a través de:

a. Apuntes facilitados por el docente.

b. Investiga en libros de texto.

c. Utiliza diccionarios médicos.

d. Investiga en enciclopedias de anatomía.

e. Hace experimentos de laboratorio.

D. Interpretación de la información y resultados

Se propone a los estudiantes que expliquen los acuerdos y desacuerdos sobre los conceptos y procedimientos analizados y discutidos. El objetivo de esta instancia es que este discurso compartido sea útil para debatir sobre las diferencias de significados e interpretación, es decir, para aproximar los saberes que se pretende que los estudiantes alcancen y las concepciones puestas en movimiento.

La proteína más importante que produce el páncreas es la insulina. Es fundamental para la regulación de los niveles de azúcar en la sangre. Las células responsables de la elaboración de estas hormonas no se encuentran distribuidas de forma homogénea. Se concentran en grupos que se denominan islotes de Langerhans. A diferencia de la función exocrina, la endocrina se concentra en el cuerpo y la cola, pueden hallarse en los islotes de Langerhans en todo este órgano.

E. El informe

El informe incluye resumen del relato, problema planteado, hipótesis propuestas, aportes concretos a la comprensión de la fisiología

del páncreas desde el punto de vista hormonal, conclusiones y recomendaciones.

6.4.6. La metodología por proyectos (ApP)

La metodología de aprendizaje por proyectos organiza el aprendizaje en función de crear estrategias organizativas y relaciones entre los hechos. Los conceptos y procedimientos para el desarrollo de competencias son seleccionadas estratégicamente. Este proceso se desarrolla de lo concreto a lo abstracto, se inicia de lo que sabe el estudiante. Enfrenta a los estudiantes a situaciones que los lleve a rescatar, comprender y aplicar estrategias para resolver problemas del contexto.

El aprendizaje por proyectos es eficaz porque desarrolla un enfoque práctico que une la acción y la comprensión. Es elemento clave para llevarlo a la práctica y dimensiona el desarrollo personal porque permite controlar lo que hacen.

Clasificación de los proyectos

a. Productivos, se orientan a producir, entre otros fines, productos, prototipos, artefactos. Un proyecto es un propósito y una propuesta para el desarrollo en el futuro. Pueden ser de distinto tipo: económicos, sociales, de consumos, etc. Comprar una casa, el estudio de los hijos o emprender y ampliar la actividad económica.

b. De consumo: utiliza un producto producido por otros. Pollos de engorde.

c. Proyectos problema están dirigidos a la solución de un problema: carencia de agua en la comunidad de Llimbe.

d. Proyectos de mejoramiento técnico y de aprendizaje: nacen de la educación problematizadora, en ellos los estudiantes toman responsabilidad de su aprendizaje. Ellos aplican estrategias para la formación de competencias, resolución de problemas, habilidades y convicciones en las diferentes áreas del conocimiento.

Las estrategias estimulan a los estudiantes a que desarrollen competencias nuevas. Motiva a encontrar alternativas de solución a un problema, desarrollan valores de sentimiento de responsabilidad, esfuerzo y comprensión del rol que deben cumplir. Los estudiantes buscan soluciones a problemas no triviales: plantean y depuran preguntas, debaten ideas, hacen predicciones, diseñan planes y experimentos, recolectan y analizan datos, establecen conclusiones, comunican ideas y descubrimientos, sobre todo hacen preguntas.

Aplicación didáctica

Título. Construcción de huertos caseros.

A. Análisis de la situación educativa.

Problematización

Los desechos sólidos son el principal contaminante ambiental en los países desarrollados y en desarrollo. Se produce cuando los residuos recogidos en los hogares son arrojados a los vertederos donde se descomponen. Estos propagan olores nauseabundos y contaminan el aire de las áreas circundantes. Se observa residuos inorgánicos como latas de hierro, plástico, piezas de vidrio; etc. Orgánicos restos de comida, huesos de animales, cáscaras de verduras, etc. Estos residuos son arrojados irresponsablemente al aire libre por las personas.

El docente de CCNN escribió un artículo sobre soluciones ecológicas en las zonas con mayor producción de desechos reutilizables. En la comunidad de Tamaute se desarrolla un proyecto de «huertos caseros con materiales reciclados», con estudiantes y pobladores de la comunidad. Ellos construyeron y cultivaron hortalizas de manera ecológica, ayudando a la economía de los estudiantes y de los ciudadanos del sector.

B. **Definición del problema**

No utilización de material reciclado en proyectos productivos.

Acción y comprensión.

C. **Objetivo general**: Construir un huerto casero con materiales reciclados

(botellas plásticas) para sembrar hortalizas para la alimentación.

D. **Objetivos específicos**

- Reciclar 12 botellas plásticas de 2 litros para construir un huerto casero de tres filas con cuatro botellas para sembrar lechugas.
- Seleccionar el lugar para diseñar y construir el huerto casero con materiales reciclados en el contexto del hogar.
- Implementar el sistema regadío con material de bajo costo para regar las plantas.

E. **Justificación**

Este proyecto se realiza para promover la conciencia ecológica y económica de los estudiantes y pobladores de la comunidad. Reciclar es una de las actividades cotidianas sencillas y gratificantes que podemos llevar a cabo. Pueden participar los miembros de la familia, incluso los más pequeños. El proyecto es de interés social y de aprendizaje porque fomenta la interdisciplinaridad de las disciplinas: Ecología y Ambiente, Educación Ambiental, Investigación, etc. Los beneficiarios directos de este proyecto son los estudiantes y los ciudadanos de la comunidad.

F. **Planificación**

El proyecto se planifica en 3 etapas:

Actividades ex ante, antes de

a) Recoge 12 botellas plásticas de dos litros de capacidad.

b) Selección del sitio dónde se ubicará el huerto casero.

c) Construcción, se ubica en filas las botellas y realiza una perforación entre el cuello y base dando la forma de un recipiente plano.

d) Preparación de semilleros con la hortaliza (lechuga y cebolla).

e) Preparación y ubicación del material orgánico. La tierra fumífera se ubica en el fondo de los recipientes.

Figura 14. Material reciclado para el proyecto. **Fuente:** autoría propia.

Ejecución

Trasplantar las plantitas a los recipientes preparados para recibir a las plantitas, como se observa en el ejemplo.

Figura 15. Materiales para la ejecución del proyecto. **Fuente:** autoría propia.

a) Identifica que esté bien sembrada la plantita, se recomienda dos plantitas por recipiente.

b) Realiza el sistema de riego con materiales reciclados. Manguera reciclada de color negra.

Figura 16. Ejecución del proyecto. **Fuente:** autoría propia.

Actividad expos

a) Verifica que no crezcan malezas.

b) Elimina las plagas con fungicidas caseros.

c) Controla la cantidad de humedad presente en el huerto.

d) Aplica abono orgánico, humus.

e) Cosecha productos orgánicos.

Figura 17. Etapa de desarrollo del proyecto. **Fuente:** autoría propia.

G. Recursos

Humanos, docentes, estudiantes y comuneros.

Materiales: botellas pláticas, tierra, semillas, martillo, clavos, manguera, pala, humus.

Económicos: semillas ($1) y humus ($2).

H. Evaluación, la evaluación del proyecto se realiza sobre la base de los resultados obtenidos, se parte del análisis del diseño y construcción. La forma de un proyecto de clase, debe contar con elementos esenciales para que cumpla el aprendizaje (ApP).

Tabla 31

Lista de comprobación del aprendizaje por proyectos (ApP)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE UN PROYECTO EDUCATIVO	INDICADORES DE EVALUACIÓN		
	CUMPLE	CUMPLE PARCIAL	NO CUMPLE
¿...se enfoca en contenido significativo? El proyecto se enfoca en que los estudiantes adquieran competencias que cumplan los estándares establecidos, los conceptos clave que conforman la base de las asignaturas académicas.			
¿...desarrolla competencias pedagógicas y científicas Los estudiantes desarrollan competencias como pensamiento crítico o solución de problemas, colaboración y comunicación, las que se evalúan.			
¿...compromete a los estudiantes con la indagación a profundidad? Los estudiantes se comprometen con un proceso riguroso y extenso de formulación de preguntas, utilizan recursos y presentan respuestas.			
¿...organiza tareas en el contexto de una pregunta retadora? El trabajo que se hace en el proyecto está guiada por una pregunta abierta, no estructurada, que los estudiantes exploran y que direcciona la tarea a realizar.			

¿...logra generar la necesidad de nuevos conocimientos?Los estudiantes se concientizan de la necesidad de adquirir conocimientos, comprender y aplicar habilidades para contestar la pregunta retadora. Crean productos que comienzan con un problema de entrada que genera interés y curiosidad.			
¿...estimula la opinión y las decisiones personales? A los estudiantes se les permite tomar decisiones sobre: los productos que deben crear, la forma de realizar el trabajo, el tiempo disponible. Todo lo anterior con la guía del docente y la experiencia del aprendizaje por (ApP).			
¿...incorpora revisión y reflexión? El proyecto incluye procesos en los que los estudiantes sobre la base de la retroalimentación hacen modificaciones conducentes no solo a crear productos de calidad, sino a reflexionar lo que hacen y cómo lo hacen.			
¿...incluye una audiencia conformada por públicos diferentes? Los estudiantes presentan su trabajo a personas diferentes de sus compañeros de clase y de su maestro.			

Elaboración: Estrada (2018). Didáctica de Ciencias Naturales.

Tabla 32

Rúbrica de evaluación aprendizaje por proyectos (ApP)

Criterios de evaluación	**Indicadores**				Notas
	Muy satisfactorio	Satisfactorio	Poco satisfactorio	Nada satisfactorio	
Selección de materiales					
Diseño y construcción					
Ubicación del huerto					
Sistema de riego					
Selección de semillas					
Cuidado del huerto, abono orgánico					
Control de plagas					
Sistema de cosecha					

Fuente: autoría propia.

H. **Aprendizaje interdisciplinario**

El proyecto se relaciona con otras asignaturas, explica su relación (10 líneas).

I. **Elaboración del informe**

Elaborar el informe que incluya: resumen del relato del problema, hipótesis propuestas, aportes del proyecto desde el punto de vista ambiental, conclusiones y recomendaciones.

6.4.7. La investigación como modelo de aprendizaje

Hace relación al proceso investigativo que tiene elementos principales como: el problema a investigar, los objetivos y la metodología a seguir. Se identifica con la epistemología constructivista en la construcción y difusión del conocimiento. El análisis de problemas para el aprendizaje de las ciencias. La investigación puede y debe ser realizada a todo nivel del sistema educativo. Es decir, que todos hacemos sin importar la jerarquía del organigrama de la institución.

Propuesta

a) La investigación debe consolidarse en la formación profesional.

b) Es colaborativa, porque inicia con la formación de equipos de trabajo cooperativo.

c) Es productiva y genera resúmenes, ensayos, artículos, ponencias, libros, etc.

a) Diagnostica ideas y construye conocimientos.

b) Desarrolla destrezas, habilidades y competencias pedagógicas y científicas.

c) Promueve actitudes positivas hacia la ciencia.

d) Evalúa el conocimiento científico y el cotidiano.

La metodología consiste en identificar diferencias entre el estado actual y el deseado en relación con el problema de aprendizaje. Este proceso se orienta a superar los obstáculos y vencer las dificultades que lo impiden lograr un objetivo.

Realizar actividades

a) Identifica el problema que se va a investigar.
b) Analiza el problema seleccionado desde diferentes puntos de vista.
c) Formula varias alternativas de solución al problema seleccionado.
d) Evalúa las alternativas factibles y elige la más adecuada.
e) Implementa y desarrolla de la estrategia elegida.
f) Evalúa el proceso y los resultados.

En los estudiantes desarrolla la capacidad de identificar y resolver problemas a través, de:

a) Flexibilidad de pensamiento para observar problemas desde diferentes puntos de vista.
b) Analizan situaciones problemáticas.
c) Comprenden el problema de manera diferente a la mayoría.
d) Observan problemas de situaciones anómalas que para la mayoría pasan inadvertidas.
e) Investigan independientemente para hacer preguntas y buscar información trascendente.
f) Aplican metodologías y procesos para resolver problemas.

Esta actividad se hace utilizando la pregunta como enlace y articulación de los contenidos en situaciones cotidianas y saberes previos.

La pregunta clave es ¿cómo hacerla?

Para preparar la investigación tenemos que definir correctamente la pregunta de investigación. Si no la tenemos, es difícil escoger técnicas, teorías, datos, etc., divagamos y perdemos tiempo y energía hasta determinar la correcta.

La pregunta tiene que cumplir tres condiciones

a) Debe ser concisa, en lenguaje sencillo y claro.

b) Ser medible, tener respuestas para demostrar que es viable la investigación.

c) Ser relevante, justifica la importancia argumentando los beneficios, a nivel teórico, práctico empírico y social.

Si no cumple estas condiciones no hay pregunta de investigación.

a) Define un problema de observaciones y lecturas realizadas.
b) Delimita, concreta y especifica el problema que estudiaremos.
c) Aplica estrategias al problema para que surjan preguntas de investigación:
   - Pregunta las causas del problema.
   - Examina las consecuencias.
   - Piensa en la solución posible.

Preguntarse qué sucedería si aplicamos esa solución o cómo afectaría una acción al problema o asunto.

- Averigua si el problema sucede en otro lugar, por qué o qué consecuencias tiene.
- ¿investiga si el problema es actual, sucedió antes, sucede hoy?

La pregunta es importante para tener éxito en la redacción del problema.

Sin pregunta no hay proyecto. Debe ser redactada en infinitivo y el objetivo también. Las causas de la felicidad de los estudiantes universitarios.

Elementos para considerar en el proyecto de investigación

a) Título. Enunciado concreto que dé a conocer el problema que se va a investigar.
b) Objeto de estudio. Presenta como un problema a resolver.
c) Formulación de objetivos en relación a los problemas curriculares, contextualiza las metas sobre la base de las necesidades e intereses de los educandos.
d) Problema para desarrollar, pregunta clave.
e) Sustentos teóricos, valora los conocimientos previos, la evolución conceptual y su aplicación.
f) Análisis y reflexión teórica, se desarrolla sobre la base de la reflexión, la argumentación de conceptos a través de procesos de contratación, experimentación y diálogos.
g) Talleres individuales y grupales, en donde se ofrecen espacios para la discusión y aplicación dando valor al trabajo cooperativo y al desarrollo de competencias sociales y comunicativas.
h) Evalúa la evolución conceptual y metacognitiva, que plantea las actividades que invite al educando a un reconocimiento, qué, cómo y para qué aprende, sobre todo, de la manera cómo él aprende y cómo puede ser eficiente y eficaz en el proceso.

Estructura del trabajo

a. Del título. Debe ser claro, fácil de entender, conciso, entre 15 a 20 palabras, debe contener las palabras claves o descriptores del estudio (3 a 5), no abreviaturas, en afirmativo. No separar en frases, utilizar un lenguaje sencillo.

b. De los autores. Destacar los nombres completos, sin iniciales de los autores. De la institución, sin incluir grados académicos y la dirección electrónica.

c. Del resumen. Los componentes son: una introducción, ¿cuál es el problema?, objetivos, teoría científica que sustenta al problema, metodología de la investigación. Resultados, ¿qué se encontró? Discusión, ¿qué significan los hallazgos? Conclusiones.

a) Se debe escribir al terminar la investigación.

b) Debe ser escrito en pasado.

d. Introducción

Se incluye el marco de referencia o revisión de la literatura (a nivel macro: contexto mundial, meso: contexto latinoamericano y micro: del contexto ecuatoriano). La introducción debe ser breve, concisa y escrita en presente.

e. Aplicación

Título. La Química ilumina el manual del ADN.
Resumen
La vida es solo química, las personas se resisten a la idea de que una única célula formada por la unión de un óvulo y un espermatozoide tiene el código genético para formar a una persona. El ADN tiene aproximadamente dos metros de largo pegados en su diminuto núcleo como célula. Por el proceso de transcripción las células copian esas instrucciones escritas en él y las redactan para que las moléculas de ARN salgan del núcleo celular. Afuera de esta, el ARN dirige la fábrica de proteínas, las verdaderas protagonistas de la vida.

Introducción

El trabajo es adaptado de Kornberg (2019), «La vida es química, nada más y nada menos»; el científico investigador diseñó la conversión del ADN en ARN, un proceso que si se quiebra puede desembocar en un cáncer.

Conocer la base química del organismo es indispensable en la actualidad y en el futuro. Porque la vida es Química. El funcionamiento del cerebro se comprende poco porque se tiende a asociarlo a significados mágicos o místicos. Químicamente, es una colección de cables e interruptores. En los seres humanos son más o menos iguales y las diferencias son el resultado de distintos patrones en los interruptores. Sobre la base de una combinación de nuestra genética y de experiencias. Pero, al final, es Química, aunque la gente se resiste a la idea (p. 24).

Los objetivos fueron analizar el artículo científico para hacer explícitas sus ideas previas con respecto a la química de la vida y su relación con la estructura genética de las personas. Organizar académicamente un ensayo académico para despertar en los estudiantes el interés por la ciencia.

Fundamentación científica/ teórica

La información de los genes que heredamos de nuestros padres debe copiarse con precisión Kornberg (2019).

Un cambio en una letra entre mil millones puede ser fatal o puede provocar una enfermedad. La Química de la vida es extraordinaria en varios aspectos. Nuestro ADN sufre mutaciones debido a la radiación cósmica, al oxígeno, a la luz del Sol y a sustancias químicas de todo tipo, especialmente de los alimentos (p. 25). Sufrimos dos trillones de daños cada día. Y todos deben ser corregidos, porque uno solo de ellos podría causar un cáncer u enfermedad. Esa es otra característica extraordinaria de nuestra química. Posee la capacidad de reparar los daños sin error cada día. Es asombroso, verdad.

Metodología

El estudio fue de corte teórico, descriptivo y de tipo cualitativo, documental, bajo un enfoque hermenéutico y sociocrítico, utilizamos la

lógica inductiva-deductiva como parte fundamental del problema, para responder a preguntas ¿qué es? y ¿cómo es? La población la constituyen los 18 estudiantes de octavo semestre de la carrera de Biología y Química, a ellos se les entregó la información necesaria para realizar el trabajo por fases de acuerdo con el proceso de aprendizaje:

Fase teórica

a. Función orientadora. Esta función estuvo ligada al docente, que explica cómo hacer el trabajo. Leer el texto subrayar las ideas sobre la química de la vida.

b. Función formativa. Implica cómo los estudiantes se sitúan en la actividad de aprendizaje, dificultades o facilidades que encuentra, influencia que aporta la estructura curricular del ensayo académico.

c. Función sumativa. Las estrategias investigativas permiten comprobar los resultados alcanzados y valorar el grado de consecución de las destrezas esperadas.

d. Función de calidad. La investigación formativa permite abordar cambios e innovaciones en las programaciones pedagógicas y adaptaciones didácticas.

e. Contextualización. A través de la observación participante y la elaboración de instrumentos tales como lecturas científicas, etc. Los estudiantes en formación se preparan para una lectura crítica de los contextos en los que identifican la problemática pedagógica.

f. Problematización. Los estudiantes procesan la información considerando los referentes teóricos y metodológicos propuestos para el trabajo.

g. Sistematización. Es reflexión del estudiante durante su práctica de formación. Por tanto, es aquí, donde se concretan los saberes pedagógicos, didáctico y disciplinar vistos desde la experiencia investigativa.

h. Socialización. Es un momento clave en el cual el estudiante da cuenta de la manera en que su quehacer investigativo contribuyó a mejorar los procesos de aprendizaje de las ciencias.

Conclusiones

La química es lo más útil, porque nos ayuda a entender el mundo que nos rodea. Es el componente del organismo que tenemos y todo lo relacionado con la salud y el ambiente. Es transdisciplinar, estudia la física, las leyes de la naturaleza, la biología, etc.

CAPÍTULO VII

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

7.1. Metodología Desarrollada en el Estudio

La metodología desarrollada en la planificación, estructura y desarrollo del estudio fue el aprendizaje invertido porque integra la tecnología, la pedagogía y la didáctica a los espacios formativos en las ciencias experimentales. Se realizaron actualizaciones y adaptaciones a los paradigmas educativos existentes como sistema de actividades inter y transdisciplinarios centradas en los intereses de los estudiantes.

El tipo de investigación fue proyectiva, de corte cualitativo y transversal. Porque involucra la adaptación, diseño, creación, elaboración de propuestas metodológicas. En este caso, la estrategia didáctica está fundamentada en un proceso sistemático en el que los estudiantes de cuarto a séptimo semestre presentaron sus necesidades y expectativas a los procesos explicativos de las propuestas formativas de la pedagogía experimental, para producir los cambios esperados en la formación de pedagogos de las ciencias.

La investigación se realizó de octubre de 2016 a marzo de 2019, correspondiente a los estudiantes de los semestres de cuarto, quinto y sexto de la carrera de Biología, Química y Laboratorio y cuarto semestre de la carrera de Pedagogía de la Química y Biología. En este periodo se tuvo un número aproximado de 60 sesiones presenciales. En promedio fueron 22 estudiantes por semestre de la Didáctica de Ciencias I y Didáctica de Ciencias Naturales I y II.

Las técnicas empleadas fueron derivadas de la experiencia pedagógica como: la observación participante, clases demostrativas, experimentación en el laboratorio de ciencias, ensayos académicos, la elaboración de maquetas, guías didácticas, guías de laboratorio y el análisis de contenido de bitácoras reflexivas publicadas en el aula virtual de la universidad.

Desde esta mirada pedagógica, se propone formas de investigación sobre la trasformación de conocimiento metodológico, donde prime la pregunta, la interrogación, la indagación, la interrogación y la capacidad creativa de los estudiantes, así:

a) Revisión y análisis de lecturas científicas.

b) Exposición de los temas de investigación.

c) Socialización de talleres prácticos.

d) Mesas redondas sobre temas de ciencias.

e) Elaboración de ejercicios prácticos.

f) Socialización de conceptos científicos.

g) Elaboración de prácticas experimentales.

h) Talleres grupales de temas relacionados con la especialidad.

i) Conceptualización y socialización guía de estudio.

j) Conceptualización de la guía didáctica.

k) Presentación de casos y ejemplos prácticos.

l) Seguimiento y asesoría al caso práctico desarrollados por los estudiantes.

m) Revisión y calificación de los trabajos asignados.

En este acápite proponemos también el desarrollo de la investigación formativa sustentada en Ciclo PHVA, sus siglas responden a:

a) Planificar (P), se definen objetivos y se establecen las actividades a desarrollar.

b) Hacer (H), implementamos actividades para alcanzar los objetivos.

c) Verificar (V), se realiza el monitoreo y evaluación, contrastando lo planeado y lo ejecutado.

d) Actuar (A), realizamos correctivos que promuevan la mejora del desempeño de los procesos realizados por los estudiantes.

Actividades de planificar

a) Implementar talleres de formación en investigación formativa.

b) Motivar a los estudiantes a que integren equipos de trabajo desde la inter y transdisciplina.

c) Elaborar guías de trabajo y lecturas complementarias y el plan de capacitación según temario especificado en el sílabo de la asignatura.

d) Programar la capacitación para el desarrollo de la investigación.

Actividades del hacer

Tema para profundizar. Formación a los estudiantes sobre los productos que genera la investigación formativa:

a) Formación a los futuros docentes sobre temática que permita diferenciar entre formación en investigación e investigación formativa.

b) Formación al futuro docente para que defina en forma clara los propósitos de la Pedagogía e Investigación.

c) Formación a los futuros docentes sobre las competencias en investigación y de docencia.

d) Formación del futuro docente que denote la importancia de la pregunta y la interrogación en la investigación formativa.

e) Formación a los futuros docentes para establecer y conocer los productos de la investigación formativa y la investigación científica.

e) Formación a los futuros docentes en el conocimiento y manejo de formas de investigación y técnicas de investigación formativa.

f) Socializar a los directivos la importancia de su participación activa en el proceso de investigación formativa.

g) Formación al futuro docente sobre el momento en que aplican y los objetivos que pretenden las técnicas cualitativas.

h) Formación al futuro docente donde se clarifique la transposición didáctica.

i) Formación al futuro docente donde se muestre que la investigación formativa puede cambiar o modificar el conocimiento.

j) Formación al futuro docente sobre la relación de la investigación científica con un producto final y la formativa que tiene más en cuenta el proceso.

k) Formación al futuro docente en temática que de claridad sobre la complementariedad de la investigación cualitativa y cuantitativa.

l) Formación al futuro docente sobre los procesos de formación flexibles, abiertos y dinámicos.

m) Formación al docente en formación para que identifique el papel de la investigación formativa dentro del currículo. E incluya la problematización.

n) Formación al docente en formación donde se haga énfasis en las competencias del docente frente a la investigación formativa.

o) Formación al docente en formación frente a la importancia de los métodos y los contenidos en la investigación formativa.

f) Aprendizaje significativo. aprendizaje significativo crítico, pedagogía dialogante, aprendizaje por descubrimiento.

g) Construcción de microcurrículo con estructura que facilite la investigación formativa.

h) Estrategias pedagógicas para generar cultura de investigación.

i) Gestión de semilleros de investigación y producción bibliográfica.

Finalmente consideramos que es urgente enseñar a preguntar en lugar de exigir respuestas, utilizar varios materiales pedagógicos, estimular la percepción, dominar el lenguaje, reconocer que errar es parte del proceso. Se debe desaprender rápidamente, utilizar la pregunta como elemento perceptor y el aprendizaje basado en diferentes estrategias de no enseñanza.

Actividades de verificar

a) Realizar evaluaciones a los asistentes a los cursos de formación en química y biología.
b) Realizar monitoreo al impacto de la formación profesional en la carrera, pedagogos en ciencias experimentales.

En la planeación del microcurrículo, proponemos las siguientes fases:

Fase I. Planeación

En esta fase se realizó el diagnóstico para conocer la estrategia y el diseño de la misma. Se aplicó un test para conocer los estilos de aprendizaje. El objetivo, promover en ellos el autoconocimiento respecto a sus modos de aprender, los resultados fueron personales.

Se presentó el sílabo de la asignatura y la metodología de clase invertida a través de una infografía.

En este escenario, se les preguntó a los estudiantes en la plenaria lo que necesitan aprender como parte de los contenidos de las unidades de aprendizaje. La estrategia se estructuró como proceso didáctico de carácter cíclico centrado en el aprendizaje del estudiante. Se incluyó aspectos del saber, saber hacer y saber ser. La intervención se enfocó en él ¿para qué?, representado por la intención formativa por competencias en las unidades de aprendizaje. Además, se sumaron otros elementos como, ambientes de aprendizaje: espacios virtuales, presenciales, el salón de clases, el laboratorio de ciencias, y laboratorio de infopedagogía.

Consignas. Se priorizó el lenguaje coloquial y de persuasión para llevar a cabo las actividades. Los contenidos para el trabajo académico, el docente-investigador se estructuró textos con información científica y pedagógica que fueron publicados a través de un grupo cerrado en el aula virtual.

La consulta de los materiales permitió a los estudiantes contar con referentes para el abordaje de los retos del aprendizaje presencial. También se elaboró y compartió materiales digitales cortos en espacios virtuales dirigidos por el docente, posterior y paulatinamente fueron elaborados por los estudiantes y publicados para la consulta extra-clase.
Se elaboró un cuadernillo de prácticas experimentales de secuencia didáctica para el trabajo en aula invertida y talleres de planeación didáctica propios del programa de estudios de la unidad de aprendizaje y las evidencias de cumplimiento. Las actividades se transformaron en retos que se supeditaron a la consulta previa de materiales en casa y a la recuperación de saberes en el salón de clase. Ellos se interesaron en su aprendizaje, se consensuó fechas y espacios para su entrega de las investigaciones asignadas.

Retroalimentación: la realizó el docente, el equipo de trabajo y los estudiantes del equipo de investigación.

Se presentó evidencias de aprendizaje de las Ciencias Naturales y del proceso de investigación experimental. Las evidencias, en su mayoría, ensayos académicos, metodología experimental, microplanificaciones en aplicaciones informáticas. Esta actividad consistió en la evaluación de los resultados de aprendizaje conforme a los criterios establecidos en listas de cotejo. Se realizó la realimentación tanto preliminar como final de manera presencial por los investigadores y los estudiantes de equipos del trabajo.

Fase II. Implementación

Se explicó a los estudiantes la metodología en las didácticas de Ciencias Experimentales I y Ciencias Naturales I y II, redactadas en términos de competencias.

Desarrolla procesos de trabajo independiente y colaboración, atendiendo a sus necesidades de aprendizaje, y acompañadas de las herramientas

de infopedagogía, web para la búsqueda, selección y organización de la información en el contexto de su formación académica y profesional.

Previo al trabajo académico, el docente-investigador estructuró textos con información científica y pedagógica que fueron publicados a través de un grupo cerrado en el aula virtual. También se elaboró y compartió materiales digitales cortos en espacios virtuales dirigidos por el docente, posterior y paulatinamente fueron elaborados por los estudiantes, publicados en grupos en Facebook o entregados directamente para su consulta extra-clase.

Fase III. Evaluación de la estrategia

En esta fase se presentaron evidencias de aprendizaje de las ciencias naturales y del proceso de investigación experimental. Las evidencias de aprendizaje son en su mayoría ensayos académicos; metodología experimental, microplanificaciones que se encuentran elaboradas en aplicaciones informáticas en el estudio. La evaluación consistió en la evaluación de los resultados de aprendizaje conforme a los criterios establecidos en listas de cotejo. Se realizó la realimentación tanto preliminar como final de manera presencial por los investigadores y los estudiantes de equipos de trabajo planificados para ejecución de la estrategia.

Destacamos la autoevaluación reflexiva en todo el proceso al contestar individual y colaborativamente las bitácoras; las actividades de coevaluación cualitativa donde se centró básicamente en identificar oportunidades y sugerir acciones de mejora. La heteroevaluación se sustentó en listas de cotejo previamente establecidas. En las sesiones presenciales, la construcción del portafolio de evidencias motivó a los estudiantes a participar de manera activa en la evaluación de sus compañeros y fortaleció la comunicación grupal para la generación de ideas, cuestionamientos y sugerencias a los trabajos presentados por sus pares.

Fase IV. Análisis de categorías

Se presenta el análisis de las categorías derivado de la relación de la observación, la investigación formativa, el diálogo de saberes, la utilización de técnicas pedagógicas y virtuales, la experimentación, la realización de informes, y el análisis de contenidos. Los ambientes de aprendizaje, etc. Se planificó el 50 % de contenidos presenciales y 50 % de contenidos en línea, por lo cual se trabajó en una modalidad mixta.

La flexibilidad en la elección de los lugares presenciales para trabajar (aula, centro de cómputo, laboratorio, biblioteca, Internet), así como la inclusión de grupos cerrados en Facebook que usaron posteriormente para otras unidades de aprendizaje.

En este proceso, mayoritariamente, prevaleció el auditivo-explicativo, el visual y el kinestésico en los contenidos y actividades de aprendizaje experimental. No obstante, al finalizar la aplicación de la estrategia y de manera personalizada se les dieron orientaciones para trabajar independientemente. De estas orientaciones destacamos el estilo auditivo como el de menor puntaje. El tiempo para la consulta y actividades de aprendizaje fuera de clase fue de dos horas. En las actividades de clase, el tiempo se limitó a dos horas. No obstante, fue insuficiente para completar la revisión y realimentación a todos los equipos de trabajo. La elección de la aplicación informática a utilizar estuvo determinada por el nivel de conocimiento de la infopedagogía por parte de los estudiantes.

Para aplicar la estrategia experimental se realizó una adaptación al programa de estudios de la unidad de aprendizaje. Rol del docente: en todos los grupos para el acompañamiento se asumieron los roles de experto en la disciplina y mediador, facilitador y asesor. Rol del estudiante: el trabajo en equipo se hizo de manera empática y voluntaria.

Fase V. Resultados y discusión

Los estudiantes identificaron los retos, los recursos, contenidos y actividades utilizados para la resolución de problemas. La presentación y publicación de los resultados del aprendizaje se realizó en la revista online denominada «La Ciencia Estudiantil». También mostraron satisfacción por los logros obtenidos lo que demuestra la eficacia de las estrategias utilizadas en el estudio. Como parte de la dinámica del aprendizaje invertido, realizaron ensayos académicos relacionados con la epistemología de las ciencias, educación científica, el aprendizaje experimental, la metodología y las técnicas de aprendizaje.

Consideramos que el desarrollo de competencias es un proceso continuo cuya movilización y transferencia se realiza en diferentes contextos y momentos, los estudiantes manifestaron la inducción hacia procesos de aprendizaje autónomos y colaborativos relacionados con sus necesidades de aprendizaje. Respecto a la aplicación de herramientas web, lo observado en el proceso denota una necesidad manifiesta para atender la gestión de información, para lo cual se requerirá un proceso de formación específica.

CONCLUSIONES

El propósito de la educación científica es analizar problemas del contexto sociocultural. Se considera una estrategia que, en cualquier propuesta didáctica, debe presentarse como elemento significativo para la construcción de un pensamiento crítico y el desarrollo de procesos de interaprendizaje. Responde a una ciencia contextualizada, dinámica y con significado para los educandos. Lo más importante es reconocer que el docente refleja en su acción su pensamiento y que este determina, condiciona o potencia su ejercicio profesional. Por lo tanto, la propuesta metodológica reconoce en primera instancia la epistemología pedagógica como punto de partida y mediadora de las innovaciones didácticas.

En este contexto, la Didáctica de las Ciencias Naturales está llamada a producir cambios en los objetivos, contenido y metodología de enseñanza y aprendizaje, con el fin de superar problemas básicos como: la actualización de contenidos de las asignaturas experimentales y lograr que los estudiantes aprendan en el contexto de la educación científica. Los investigadores han abordado problemas desde distintos ángulos, enfatizando en aspectos del proceso. Sin embargo, los docentes necesitamos una concepción didáctica coherente, adecuada al contexto sociocultural, que permita la formación científica eficaz de las generaciones nuevas. Es indispensable hacer un esfuerzo por integrar los aportes realizados a la teoría y práctica experimental. Expresarlos a través de un cuerpo de ideas metodológicas innovadoras.

La metodología propuesta en el desarrollo de la Didáctica de Ciencias Naturales se relaciona con el de la clase invertida porque promueve el aprendizaje activo fuera de las salas de clase. Fomenta la intervención del estudiante en la actividad experimental. Con el propósito de mejorar los procesos de identificación de los errores conceptuales y la posibilidad para intervenir sobre ellos. Del mismo modo, introduce contenidos extra-salón de clase a través del interés y la participación de los estudiantes, con lo

que se pueden trabajar contenidos transdisciplinariamente con facilidad, porque surgen del interés de los estudiantes que conocen la metodología. La metodología experimental propuesta en el texto de ciencias naturales mejora la capacidad de razonamiento y potencia la solución de problemas porque la información y el pensamiento crítico-reflexivo, permite razonar en lugar de memorizar con probabilidades de éxito.

Además, los métodos y técnicas presentadas en el desarrollo del proceso investigativo potencian la capacidad de búsqueda de información y recursos, como en el manejo de fuentes bibliográficas digitales para mejorar las habilidades experimentales.

La pedagogía del aprendizaje invertido con los espacios virtuales facilita interacciones sociales entre estudiantes y docentes. Es un enfoque que desarrolla la cultura de aprender y no de enseñar, sobre la base de la pedagogía constructivista y el uso sistemático de las TIC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alburquerque Otero, M. (2016). Epistemología de las Ciencias Naturales. *Tesis de maestría* (págs. 4-10). Granada-España: Universidad de Granada.

Alburquerque, M. (2016). Valladolid: Universidad de Valladolid: Facultad de Educación y Trabajo Social.

Alsina, J. (2013). *Nicolas Steno y la primera generación de conceptos geológicos.* La Razón Histórica, pp. 41-68.

Angulo Delgado, F. (2002). *Aprender y enseñar ciencias.* Barcelona: Departament de Didàctica de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Arteaga, E., Armada, L., y Del Sol, J. (2016). *Universidad y Sociedad, vol.8 no.1 Cienfuegos- Cuba*, 12-15.

Borisonik, H. (2011). *Ergón y areté en la filosofía política de Aristóteles.* Problemata: R. Intern., pp. 99-114.

Bunge, M. (1985). Barcelona: Ariel, 2a Ed., pp. 19 y 20.

Bunge, M. (1995). *La ciencia, su método y su filosofía.* Buenos Aires: Siglo Veinte, p. 9.

Canal, K., y Penélope, C. (2017). Teoría de la actividad. Aprendizaje expansivo e instrumentos para la reflexión sobre la práctica profesional, interacción alumno docente y alumno-alumno. *Universidad de Palermo*, pp. 63-65.

Carnap, R. (1970). *Las ciencias naturales.* Los Ángeles: Reverté. S. A., p. 263.

Castaño, S., y Blanco, C. (1992). *Sobre el método y la técnica en las ciencias geológicas.* Albacete: Revista de la Facultad de Educación, pp. 233-246.

Estrada, J. (2018). *Enfoque pedagógico para el desarrollo de competencias.* Riobamba: UNACH, p. 63.

Estrada, J. (2018). Módulo de Didáctica de Ciencias Naturales. Carrera de Biología, Química y Laboratorio. Riobamba: UNACH.

El Telégrafo, Redacción Sociedad. p. 6 (junio 6 de 2019).

García Suárez, A. (1997). *Modos de significar.* Madrid: Tecnos, p. 491.

Gómez García, M. (2018). *How we think. En Boydston, J. (ED.), John Dewey: The middle Works. p. 207.* Burgos: Universidad de Burgos.

Grisolía, S. (2007). *El maestro y yo.* Valladolid: Universidad Castilla de la Mancha.

Holguín, J. (2016). *Estrategia para la enseñanza de la química en el laboratorio.* Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa, I. (2017). *Estudio principal PISA-D.* Quito: Ministerio de Educación.

Jaramillo, L., y Simbaña, V. (2014). La Metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, núm. 16*, 299-313.

Juárez, J., y Salinas, S. (2012). Epistemología del pensamiento complejo. *Reencuentro, núm. 65, pp. 38-51*, 38-39.

Kornberg, Roger, (2019) La gente se resiste a la idea, pero la vida es solo química, Revista, Stanford medicine, p. 23 – 27.

López, J. (2013). La importancia de la educación científica. *Revista CIC Network- Nature Medicine*, pp. 50-62.

Manrique, J. (2009). *Análisis Epistemológico de la "Teoría de la Tierra" de James Hutton (1785).* Bogotá: GEOLOGÍA COLOMBIANA, pp. 57-65.

Medina, N. (2008). La ciencia cognitiva y el estudio de la mente. *IIPSI: Facultad de Psicología, UNMSM-Perú*, pp. 183-198.

Meinardi, E. (2011). *Propuestas didácticas de Ciencias Naturales.* Buenos Aires: Publicación con referar.

Miranda, C., y Maite, M. (2008). El aprendizaje en el laboratorio basado en resolución de problemas reales. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, 10 (2) . Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41021266010*, pp. 181-194.

Montiel Valentini, A. (2012). *Apuntes para Teoría del Conocimiento y Epistemología.* Costa Rica: Instituto Normal de Enseñanza Técnica (I.N.E.T.), 28 pp.

Moreno, T (2016) Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México.

Morín, E. (1998). *Ciencia con conciencia.* Barcelona: Graó, 2da. Edición, p. 324.

Novak, J. (2004). *Conferencia Internacional sobre Mapas Conceptuales.* Pamplona: Universidad Pública de Navarra.

Olaisa, A. (2014). La clase invertida: usar las TIC para "dar vuelta la clase. *Actas X Jornadas de Material Didáctico y Experiencias Innovadoras en Educación Superior* (p. 63). Buenos Aires: Universidad de Palermo.

Osses, S., y Jaramillo, S. (2008). Metacognición: Un camino para aprender a aprender. *Scielo-Chile*, pp. 50-62.

Piaget, J. (1975). *Biología y conocimiento.* México: Ed. Siglo XXI, p. 243.

Pozo J. y Gómez M, (2009) Aprender a enseñar ciencia. Sexta edición Moreta. Madrid.

Prada, B. (2014). Filosofía de la Ciencia y Valores. *OEI: sala de lectura*, pp. 23-24.

Rabadán Vergara, J. (2014). La enseñanza y aprendizaje de las ciencias mediante la indagación como factor determinante en la mejora de la calidad de los aprendizajes de los alumnos. *Documento de trabajo, Universidad de Cantabria. Recuperado de http://www.google.com*, 37.

Rama, C., y Chan, E. (2017). *Futuro de los sistemas y ambientes educativos mediados por las TIC.* México: UDGVIRTUAL.

Ranson, S. M. (1996). *Toward a Theory of learning*. British journal of Education Studies, pp. 9-26.

Rico, P., y Cobas, C. (2016). *Aprendizaje y desarrollo. En B. Capote (Ed.), Fundamentos de Psicología para escuelas pedagógicas.* La Habana: Pueblo y educación, pp. 231.

Rúa, J., y Alzate, L. (2012). Modelos de situaciones problema para la movilización de competencias matemáticas y su evaluación en la formación básica. *Conferencia. Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín*.

Rudolf Carnap, (1946) Fundamentos de lógica matemática.

Villaveces, J. (2000). Química y Epistemología, una relación esquiva. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia, vol. 1, núm. 3*, pp. 9-26.

Yturralde, E. (2015). El aprendizaje experiencial. *www.yturralde.com/metodologias.htm*, pp. 24-27.

Zilberstein, J., Portel, R., y Mcpherso, M. (2009). *Didáctica integradora de las ciencias versus didáctica tradicional: Experiencia cubana.* La Habana: Pueblo y Educación. Primera Edición, p. 31.

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

Gestión del Conocimiento y Propiedad Intelectual

DIDÁCTICA DE CIENCIAS NATURALES se publicó en el mes de junio de 2022 en la Universidad Nacional de Chimborazo.

DIDÁCTICA DE CIENCIAS NATURALES

Uno de los cambios de fines del siglo XX fue la dimensión de la importancia de la información en las actividades de las personas. Los investigadores aluden el inicio de la época de la información como transición a una sociedad diferente. Estos cambios afectan a la vida, desde lo político, social, cultural y la educación-formación. Este contexto pone en acción a la ciencia y a la producción de conocimiento porque la complejidad de este escenario necesita una visión diferente de las ciencias.

La Didáctica de Ciencias Naturales es una reflexión en el camino recorrido en la docencia, que ha proporcionado satisfacciones académicas; sigue la línea de la teoría del conocimiento, relaciona posturas epistemológicas del paradigma de la complejidad con rutas a la investigación inter y transdisciplinar.

Desde esta perspectiva, el objetivo es precisar un núcleo de ideas, donde se encuentran unidad de concepciones epistemológicas, psicológicas y pedagógicas de validez en el aprendizaje de las ciencias, que mejore el perfil de egreso de los estudiantes en formación. Este núcleo tiene ideas integradas para imprimir una orientación cultural a la educación científica y comprender la obligación de considerar en el proceso de aprendizaje las características de la actividad investigativa de las ciencias experimentales.

ISBN: 978-9942-7031-2-5

9 789942 703125

ISBN: 978-9942-7031-3-2

9 789942 703132

VICERRECTORADO DE **Investigación, Vinculación y Posgrado**
DIRECCIÓN DE **Investigación**
GESTIÓN DEL **Conocimiento y Propiedad Intelectual**

Campus "La Dolorosa" Avda. Eloy Alfaro y 10 de Agosto | Teléfonos: (593-3) 37 30 880 • ext. 2007- 2008
http://investigacion.unach.edu.ec/